

Kleber Makoto Mise

**Estudo da fauna de Coleoptera (Insecta) que habita a carcaça de *Sus scrofa*  
Linnaeus, 1758, em Curitiba, Paraná**

Dissertação de mestrado apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em Ciências  
Biológicas, Área de concentração em  
Entomologia, Departamento de Zoologia, Setor  
de Ciências Biológicas, Universidade Federal  
do Paraná

Orientador: Profa. Dra. Lúcia Massutti de Almeida  
Co-Orientador: Prof. Dr. Maurício Osvaldo Moura

CURITIBA

2006

“Ao verme que primeiro roeu as frias carnes do meu cadáver dedico como saudosas lembranças estas memórias póstumas.”

Brás Cubas - Memórias Póstumas de Brás Cubas de Machado de Assis, primeiro grande escritor brasileiro a homenagear a fauna cadavérica!

## **Agradecimentos**

**A Professora Lúcia Massutti de Almeida por sempre me ajudar, orientar e aturar, sempre a conseguir encaixar nossas reuniões no seu conturbado calendário.**

**Ao Prof. Maurício Osvaldo Moura, pela ajuda na análise dos dados e redação.**

**A Profa. Cibele Stramare Ribeiro-Costa por toda ajuda e orientações.**

**Aos Professores Doutores Renato Marinoni e Germano H. Rosado-Neto, e aos Doutores Nicolas Degallier e Carla Bicho, e aos colegas Edilson Caron, Paschoal Coelho Grossi, Adelita Maria Linzmeier, pelo auxílio na identificação dos coleópteros.**

**A Camila Borges da Cruz Martins, Elaine Luiza Köb, Daniel Pessoa de Moura e Rodrigo César Corrêa pela ajuda nas coletas de campo.**

**Aos meus amigos por todo apoio e compreensão quando eu os trocava pela “porca”.**

**A Ana Karina Pastre, por todo amor e consideração.**

**Ao Instituto Simepar por fornecer as medições dos fatores abióticos.**

**A CAPES pela bolsa de pesquisa.**

**Ao departamento de Zoologia pela estrutura física para realização do experimento.**

# Sumário

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>III</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>V</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>VIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>6</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>6</b>
3.1. Local.....	6
3.2. Período de realização das coletas.....	7
3.3. Substrato para realização das coletas.....	7
3.4. Montagem e instalação da gaiola e armadilhas.....	7
3.5. Coleta e montagem dos insetos adultos.....	9
3.6. Identificação.....	9
3.7. Fatores abióticos.....	10
3.8. Análise estatística.....	10
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>10</b>
4.1. Diversidade geral.....	10
4.2. Principais famílias de importância forense.....	16
4.3. Métodos de coleta.....	20
4.4. Hábito.....	25
4.5. Fases de decomposição.....	25
4.6. Fatores abióticos.....	41
4.7. Sazonalidade.....	44
4.8. Análise das fases de decomposição.....	48
4.9. Chaves de identificação para as famílias de Coleoptera de importância forense.....	51
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>62</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>63</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela I. Número de indivíduos coletados por família nos diferentes métodos de coleta durante um ano de coleta. ....	11
Tabela II. Número de indivíduos das espécies de Staphylinidae em cada método de coleta durante um ano.....	12
Tabela III. Número de indivíduos das espécies pertencentes a famílias de potencial forense de acordo com SMITH (1986) nos diferentes métodos de coleta durante um ano. ....	13
Tabela IV. Abundância das espécies acidentais nos diferentes métodos de coleta durante um ano. ....	14
Tabela V. Número de espécies, abundância, índice de diversidade de Shannon e equitabilidade entre as armadilhas dos coleópteros capturados durante um ano.....	21
Tabela VI. Abundância e porcentagem de Coleoptera na divisão de hábitos proposta por CATTS & GOFF (1992). ....	25
Tabela VII. Abundância das espécies de Coleoptera não-fitófagas encontradas em cada uma das fases de decomposição no período de um ano. ....	29
Tabela VIII. Espécies fitófagas excluídas das análises .....	30
Tabela IX. Espécies de Coleoptera encontradas associadas as fases de decomposição durante a primavera de 2005.....	31
Tabela X. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera na primavera 2005. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica. ....	32
Tabela XI. Espécies de Coleoptera encontradas associadas as fases de decomposição durante o verão de 2005-2006. ....	33
Tabela XII. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera no verão 2005-2006. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica. ....	34
Tabela XIII. Espécies de Coleoptera associadas as fases de decomposição, encontradas durante o outono de 2006. ....	35
Tabela XIV. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera no outono 2006. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica. ....	36
Tabela XV. Espécies de Coleoptera encontradas associadas as fases de decomposição durante o inverno de 2006. ....	37

Tabela XVI. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera no inverno 2006. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica. ....	37
Tabela XVII. Média dos fatores abióticos analisados, relacionados às estações do ano de 2005-2006. ....	41
Tabela XVIII. Correlação dos besouros e das quatro espécies mais abundantes com as variáveis abióticas. Os valores significativos estão marcados em vermelho. ....	44
Tabela XIX. Análise de variância dos valores de abundância transformados por log (x+1) por estação do ano. ....	46
Tabela XX. Teste a posteriori Fisher LSD da abundância de Coleoptera transformada por log (x+1) nas estações do ano. ....	47
Tabela XXI. Teste de homogeneidade das quatro espécies mais abundantes por fase de decomposição. ....	50
Tabela XXII. Kruskal-Wallis da abundância de <i>Aleochara lata</i> por fase de decomposição. H=13,14; Hc=13,77; p= 0,004343 corrigido\não corrigido. ....	50
Tabela XXIII. Kruskal-Wallis da abundância de <i>Ocalea</i> sp.1 por fase de decomposição. H=4,16; Hc=4,974; p=0,2446 corrigido\não corrigido. ....	51
Tabela XXIV. Kruskal-Wallis da abundância de <i>Oxelytrum discicolle</i> por fase de decomposição. H=15,1; Hc=19,2; p= 0,001731 corrigido\não corrigido. ....	51
Tabela XXV. Kruskal-Wallis da abundância de <i>Euspilotus</i> “grupo” azureus sp. por fase de decomposição. H=19,45, Hc=34,54, p=0,0002204 corrigido\não corrigido. ....	51

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Gaiola utilizada no experimento, com o exemplar sacrificado no interior, posicionada em clareira no Centro Politécnico, Curitiba-PR. ....	8
Figura 2. Armadilha Shannon modificada posicionada sobre a gaiola no capão localizado no Centro Politécnico, Curitiba-PR. ....	9
Figura 3. Distribuição da abundância das espécies de Coleoptera encontradas nas coletas realizadas na bandeja em oitavas. Obteve-se $p=0,2953$ , acomodando à distribuição log-normal. ....	22
Figura 4. Distribuição da abundância das espécies de Coleoptera capturadas na armadilha Shannon modificada em oitavas. Obteve-se $p=4,16E-10$ , não acomodando à distribuição log-normal. ....	22
Figura 5. Distribuição da abundância das espécies de Coleoptera capturadas nas armadilhas pit-fall em oitavas. Obteve-se $p=0,2565$ , não acomodando à distribuição log-normal. ....	23
Figura 6. Análise de agrupamento dos diferentes métodos de coleta pela similaridade entre a abundância de Coleoptera, usando como medida de similaridade o índice de Bray-Curtis. ....	24
Figura 7. Análise de agrupamento dos diferentes métodos de coleta pela similaridade entre a abundância de Coleoptera, usando como medida de similaridade o índice de Dice. ....	24
Figura 8. <i>Sus scrofa</i> na fase fresca (Bornemissza 1956). ....	27
Figura 9. <i>Sus scrofa</i> fase de putrefação (Bornemissza 1956). ....	27
Figura 10. <i>Sus scrofa</i> na fase de putrefação escura (Bornemissza 1956). ....	28
Figura 11. <i>Sus scrofa</i> na fase de fermentação (Bornemissza 1956). ....	28
Figura 12. Análise de agrupamento das fases de decomposição pela similaridade utilizando-se a abundância de Coleoptera por Dice. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica. ....	38
Figura 13. Análise de agrupamento das fases de decomposição pela similaridade utilizando a abundância de Coleoptera por Bray-Curtis. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica. ....	38
Figura 14. Análise de agrupamento por Bray-Curtis pela similaridade da abundância das espécies de Coleoptera capturadas em 2005-2006. A numeração corresponde as espécies ordenadas em ordem alfabética. F=fresca, P=putrefação, PE=putrefação escura e FE=fermentação. ....	40

Figura 15. Análise de agrupamento das espécies com abundância acima de 10 por Bray-Curtis pela similaridade, com as fases de decomposição a que estão associadas. A numeração corresponde à ordem alfabética das espécies. F=fresca, P=putrefação, PE=putrefação escura e FE=fermentação.....	40
Figura 16. Histograma da relação da temperatura máxima (°C) com a abundância, com os respectivos números de observações. ....	41
Figura 17. Histograma da relação da temperatura mínima (°C) com a abundância, com os respectivos números de observações. ....	42
Figura 18. Histograma da relação da temperatura média (°C) com a abundância, com os respectivos números de observações.....	42
Figura 19. Histograma da relação da umidade relativa (%) com a abundância, com os respectivos números de observações.....	43
Figura 20. Histograma da relação da precipitação (mm) com a abundância, com os respectivos números de observações.....	43
Figura 21. Comparação das médias de abundância por estação, P=primavera, V=verão, O=outono e I=inverno. ....	45
Figura 22. Plotagem P dos resíduos da variação sazonal da abundância de Coleoptera.....	45
Figura 23. Plotagem P dos resíduos da variação sazonal da abundância de Coleoptera transformada por $\log(x+1)$ .....	46
Figura 24. Teste a posteriori de média do quadrado mínimo da abundância transformada por $\log(x+1)$ nas estações. P= primavera, V= verão, O= outono e I= inverno.....	47
Figura 25. Comparação das médias de abundância por fase de decomposição, F=fresca, P=putrefação, PE=putrefação escura e FE=fermentação. ....	48
Figura 26. Plotagem P dos resíduos da abundância de Coleoptera por fase de decomposição.....	49
Figura 27. Número de indivíduos das 4 espécies mais abundantes e a fase de decomposição onde foram encontradas.....	49
Figuras 28-37. Figuras para auxílio na identificação das famílias de Coleoptera de importância forense. 28, Vista ventral de Adepaga (Coleoptera); 29, Vista ventral de Polyphaga; 30, Antena lamelada de Scarabaeidae; 31, Vista dorsal de <i>Polynoncus</i> sp. (Trogidae); 32, Vista dorsal de <i>Eulissus</i> sp. (Staphylinidae); 33, Antena fracamente clavada (Staphylinidae); 34, Vista dorsal de <i>Oxelytrum discicolle</i> (Brullé, 1840) (Silphidae) mostrando trocantim; 35, Vista dorsal de Histeridae; 36, Vista lateral de <i>Dermestes maculatus</i> (DeGeer, 1774) (Dermestidae); 37, Vista ventral de <i>Oxelytrum discicolle</i> (Brullé, 1840) (Silphidae). ....	57



Figuras 38-40. Vista ventral de Histeridae. 38, <i>Euspilotus</i> sp.; 39, <i>Omalodes</i> sp.; 40, <i>Hister</i> sp.....	58
Figuras 41-44. Staphylinidae. 41, Cabeça de <i>Aleochara</i> sp. em vista frontal; 42, Vista ventral de <i>Eulissus</i> sp.; 43, Palpo maxilar de <i>Belonuchus</i> sp.; 44, Palpo maxilar de <i>Philonthus</i> sp.....	58
Figura 45. <i>Dermestes ater</i> (DeGeer, 1774), (Dermestidae). Abdômen. Modificado de Kingsolver 1991.....	59
Figura 46. Vista dorsal de <i>Oxelytrum discicollis</i> (Brullé, 1840) (Silphidae). ....	59
Figuras 47-48. Vista dorsal de Cleridae. 47, <i>Necrobia ruficollis</i> (Fabricius, 1775); 48, <i>Necrobia rufipes</i> (DeGeer, 1775).....	59
Figuras 49-50. <i>Dermestes maculatus</i> (DeGeer, 1774) (Dermestidae). 49, Vista dorsal; 50, Ápice do élitro.....	60
Figuras 51-54. Vista dorsal de Histeridae. 51, <i>Euspilotus</i> sp.; 52, <i>Omalodes</i> sp.; 53, <i>Hister</i> sp.; 54, <i>Phelister</i> sp.....	60
Figuras 55-60. Vista dorsal de Scarabaeidae. 55, <i>Deltochilum</i> sp. ; 56, <i>Onthophagus bucus</i> Mannerheim, 1829; 57, <i>Canthon</i> sp.; 58, <i>Ontherus</i> sp.; 59, <i>Coprophaneus</i> sp.; 60, <i>Dichotomius</i> sp.....	61
Figuras 61-67. Vista dorsal de Staphylinidae. 61, <i>Aleochara lata</i> Gravenhorst, 1802; 62, <i>Ocalea</i> sp.; 63, <i>Anotylus</i> sp.; 64, <i>Eulissus</i> sp.; 65, <i>Platydracus</i> sp.; 66, <i>Belonuchus</i> sp.; 67, <i>Philonthus</i> sp.....	61
Figuras 68-71. Trogidae. 68, Vista frontal da cabeça de <i>Polynonchus</i> sp.; 69, Vista dorsal de <i>Polynonchus</i> sp.; 70, Vista frontal da cabeça de <i>Omorgus</i> sp.; 71, Vista dorsal de <i>Omorgus</i> sp. ....	62

Estudo da fauna de Coleoptera (Insecta) que habita a carcaça de *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, em Curitiba, Paraná

## Resumo

O processo de decomposição pelo qual passa a carcaça animal se dá principalmente por meio de organismos, dentre os quais se destacam os insetos. O acréscimo ou a substituição sequencial das espécies de insetos ao longo desse processo é chamado sucessão entomológica. Esse período em que os insetos vivem na carcaça pode ser utilizado para determinar em quais circunstâncias a morte ocorreu e estimar o intervalo *post mortem* (IPM) na Entomologia Forense. Este trabalho buscou levantar a fauna de Coleoptera associada à carcaça de *Sus scrofa* Linnaeus 1758 e foi realizado no Centro Politécnico (UFPR), de setembro de 2005 a setembro de 2006. A cada estação foi sacrificado um suíno de 15 kg no local, sendo colocado em uma gaiola, abaixo da qual foi posicionada uma bandeja contendo vermiculita para coleta dos insetos. Sobre a gaiola foi instalada uma armadilha tipo Shannon modificada para coleta dos Coleoptera de vôo ativo. Circundando a gaiola foram posicionadas cinco armadilhas do tipo pit-fall para amostragem dos Coleoptera de hábito terrestre. As coletas foram realizadas diariamente, com exceção das armadilhas tipo pit-fall, feitas a cada 14 dias. Os exemplares foram montados, etiquetados e identificados com o auxílio de chaves. Foram coletados 4360 coleópteros, pertencentes a 112 espécies dentro de 26 famílias, destas, 12 consideradas de potencial forense. Staphylinidae foi mais coletada na bandeja e Shannon modificada, enquanto que Silphidae o foi na armadilha pit-fall. Os principais hábitos encontrados são predador/parasita e onívoro, com poucas espécies consideradas necrófagas. A abundância de Coleoptera apresenta pouca correlação com os fatores abióticos, mas há diferenças nas estações. As fases de decomposição diferem quanto à abundância de Coleoptera somente para *Ocalea* sp.1 (Staphylinidae). Necessitam-se de estudos mais duradouros sobre fauna de Coleoptera associada a carcaças para melhor conhecer seu padrão de sucessão.

**Palavras-chave:** Entomologia forense, Coleoptera, Sucessão entomológica, Sazonalidade

A study of the Coleoptera (Insecta) associated with *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, carcass  
in Curitiba, Paraná

### **Abstract**

The decomposition process which animal carcasses undergo is mainly done by organisms activity, between which insects have a major role. The addition and sequential substitution of insect species during this process, is called entomological succession. This period of time in which insects live on carcasses is used to estimate the circumstances of death and the *post mortem* interval (PMI) in Forensic Entomology. This paper sought to assess the Coleoptera fauna associated with carcasses of *Sus scrofa* Linnaeus, 1758. The present study took place in Centro Politécnico (UFPR), between september 2005 to september 2006. A pig weighing 15 kg was sacrificed each season and put inside a cage to stop vertebrate's action, below it was placed a tray containing vermiculita to collect beetles that live under carcasses. Above the cage, it was placed a Shannon modified trap, with a lethal pot to collect Coleoptera of active flight. Around the cage were placed five pit-fall traps to assess the ground-dwelling Coleoptera. Collects were made daily, with the exception of pit-fall traps that were done each 14 days. The beetles were mounted, labelled and identified using identification keys. 4360 beetles were collected, divided in 112 species belonging to 26 families, 12 being considered of forensic potential. Staphylinidae was more abundant in tray and modified Shannon, while Silphidae was more abundant in pit-fall traps. The main habits found are predator/parasite and omnivorous, with just a few considered necrophagous. The Coleoptera's abundance has little correlation with abiotic factors, but there is significant differences between season. The decomposition differs in relation with abundance of Coleoptera only for *Ocalea* sp.1 (Staphylinidae). There is a need for longer studies of coleopterofauna to better understand their succession pattern before applying these results.

**Keywords:** Forensic entomology, Coleoptera, Entomological succession, sazonality

## 1. Introdução

Carcasas de vertebrados são exemplos marcantes de distribuição pontual e recursos efêmeros (Hanski 1986). Sua decomposição pode variar segundo a ação de fatores abióticos, como temperatura, umidade, precipitação ou insolação, além de fatores bióticos, representados pela fauna e flora decompositoras. Dentre esta fauna destacam-se fungos, bactérias e vários artrópodos, principalmente insetos, cujo acréscimo ou substituição sequencial de suas espécies ao longo do processo de decomposição é chamado sucessão entomológica (Bornemissza 1957). Entretanto, a relevância desse processo tem ultrapassado a sua simples participação na reciclagem de nutrientes (Cornaby 1974; Hanski 1986). Esse período de tempo em que os insetos vivem na carcaça do animal pode ser utilizado pelos estudiosos para determinar em quais circunstâncias a morte ocorreu e ainda estimar o intervalo *post mortem* (IPM) (Keh 1985; Catts & Goff 1992) dentro da Entomologia Forense.

Entomologia forense é o nome dado a qualquer campo do estudo dos insetos que interage com procedimentos legais. Lord & Stevenson (1986) dividiram-na em três componentes: entomologia urbana - procedimentos legais envolvendo insetos e animais a eles relacionados que afetam construções e outros aspectos do ambiente humano; entomologia de produtos armazenados – procedimentos envolvendo infestações de insetos em reservatórios de alimentos, como cereais e outros produtos encontrados em qualquer cozinha; entomologia médico-legal. A entomologia forense é então ligada com outros campos científicos maiores da entomologia médica, taxonomia e patologia forense.

A utilização de insetos em estimativas de IPM tem se baseado principalmente no fato destes organismos serem as primeiras espécies de animais a encontrarem um cadáver, utilizando-o como sítio de cópula, como estímulo a oviposição ou como fonte protéica (Oliveira-Costa 2003). Uma outra característica importante é de que, como em qualquer comunidade recém-formada, haverá uma colonização do ambiente por tantas espécies quanto o recurso permitir, desencadeando um processo de sucessão heterotrófica que, se constante, pode ser altamente informativo (Catts & Goff 1992). A referida sucessão ocorre, portanto, a cada etapa do processo de decomposição e oferece condições ideais para o desenvolvimento de determinados grupos de insetos (OLIVEIRA-COSTA 2003).

Mann *et al.* (1990) listaram as variáveis que afetam a decomposição de um cadáver: temperatura, precipitação, umidade relativa, profundidade em que a carcaça está enterrada, acesso aos insetos, trauma (contusão ou perfurante), tamanho e peso corporal, embalsamento, roupas, superfície sobre a qual se encontra. Todos são fatores importantes por interferir na colonização do cadáver por insetos, sendo que a atividade de insetos é mais influenciada pela temperatura que por qualquer outro fator. Altas temperaturas promovem intensa atividade de insetos, reduzindo rapidamente as partes moles da carcaça. Ao contrário, baixas temperaturas e dias nublados resultam em uma decomposição mais lenta. Os autores afirmaram ainda que a chuva não afeta a atividade das larvas que se escondem nas cavidades do cadáver. Oliveira-Costa *et al.* (2001) também coletaram exemplares imaturos nessas condições, observando que a chuva forte foi um fator limitante apenas para a chegada dos insetos adultos.

Quanto à influência na variação sazonal, em estudo realizado por Payne (1965) no hemisfério norte, o pico de populações de artrópodos e sua maior atividade ocorrem no verão, sendo menores durante a primavera e o outono e ainda mais reduzidos durante todo o inverno. No hemisfério sul, Archer (2003), em estudo sobre seis espécies que ocorrem o ano inteiro, verificou que apresentam diferenças conforme a estação do ano, nas semanas em que colonizam e que partem da carcaça, demorando menos no inverno e mais no verão.

Segundo Catts & Goff (1992) a fauna que habita os cadáveres é classificada em:

1. Necrófagos:

São os artrópodos que se alimentam da carcaça, aparecem sucessivamente relacionados com a mudança de fases de decomposição das carcaças e corpos.

- a) Diptera – especialmente Calliphoridae e Sarcophagidae;
- b) Coleoptera – principalmente Silphidae e Dermestidae;
- c) Lepidoptera – Tineidae.

2. Omnívoros

São aqueles que se alimentam de dieta variada, tanto dos corpos quanto da fauna associada. Populações de grande densidade dessas espécies podem retardar a velocidade de decomposição dos corpos pelo esvaziamento de espécies necrófagas.

- a) Hymenoptera – Formicidae e Vespidae;
- b) Coleoptera – algumas famílias.

### 3. Parasitóides e predadores

Os predadores e parasitóides compreendem vários grupos de artrópodos cujo potencial para estudos forenses não foi bem estudado. Predadores podem ser vorazes o suficiente para eliminar espécies competidoras. Outros parecem chegar quase por acidente e se alimentar tão pouco ao ponto de serem insignificantes (KEH 1985).

- a) Coleoptera – Silphidae, Staphylinidae e Histeridae – alguns parasitam Diptera;
- b) Diptera – Calliphoridae (*Chrysomya*), Muscidae (*Hydrotaea*);
- c) Acari – Macrochelidae, Parasitidae, Parholapidae;
- d) Hymenoptera – parasitóides de imaturos de Diptera.

### 4. Acidentais:

São aqueles que se encontram no cadáver por acaso, como extensão do seu habitat normal.

- a) Outros artrópodes como Collembola, Arachnida (principalmente aranhas), Myriapoda (centopéias) e Isoptera (tatuinhos de jardim).

Muito embora exista uma grande quantidade de espécies associadas a animais mortos, nem todas podem ser utilizadas para estimativas de IPM. Conforme Goff & Catts (1990), os principais insetos pertencem às famílias Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae (Diptera), Silphidae, Dermestidae, Cleridae e Scarabaeidae (Coleoptera).

Diferentes animais são utilizados no estudo de decomposição, variando desde lagartos até elefantes, incluindo camundongos, aves, gatos, cães e porcos. Um modelo de decomposição animal que se aproxima da dos corpos humanos é o porco doméstico, sendo usado nos recentes estudos de decomposição (Catts & Goff 1992). Isso se deve aos porcos serem onívoros, possuírem pele e uma flora intestinal similar a dos humanos e a decomposição parece ocorrer na mesma taxa que humanos de mesmo peso (Campobasso *et al.* 2001).

Segundo Bornemissza (1957), o processo de decomposição divide-se em cinco estágios, definidos por ele como:

- 1- Estágio de decomposição inicial, (0-2 dias). Carcaça apresentando-se fresca externamente e em decomposição interna, propícia para a atividade de bactérias, protozoários e nematódeos, presentes no animal antes da morte.
- 2- Estágio de putrefação, (2-12 dias). Carcaça acumulando gases produzidos internamente, acompanhado por odor de putrefação fresca.

- 3- Estágio de putrefação escuro, (12-20 dias). Carcaça rompendo-se com escape de gases, consistência cremosa com partes expostas pretas. Odor de putrefação muito forte.
- 4- Estágio de fermentação, (20-40 dias). Carcaça secando por fora com alguns restos frescos. Superfície ventral da carcaça coberta por fungo, sugerindo a ocorrência de alguma fermentação.
- 5- Estágio seco, (40-50 dias). Carcaça quase seca, diminuindo a velocidade de decomposição.

A maioria dos estudos é focada na entomofauna encontrada em cadáveres humanos nos primeiros estágios de decomposição (dentro das primeiras semanas) (Kulshrestha & Chandra, 1987). Já foi estabelecido que nesses períodos, moscas das famílias Calliphoridae, Sarcophagidae e Muscidae têm destaque na invasão *post mortem*. No entanto, pouco se sabe atualmente sobre a entomofauna encontrada nos corpos nos estágios mais avançados de decomposição (entre 3-6 meses).

Coleoptera é a segunda ordem de maior interesse forense, com vários representantes necrófagos, no entanto a maioria é predadora. Devido à competição com os Diptera, os Coleoptera necrófagos, ocorrem em estágios mais secos, porém os predadores chegam antes que as larvas de moscas tenham abandonado os restos. Além disso, algumas espécies apresentam diferenças entre o hábito alimentar da fase adulta e das fases larvais. Goff (1991) citou que a ordem aumenta tanto em número de indivíduos quanto em número de espécies durante estágios avançados de decomposição de restos em ambiente aberto, no entanto estão ausentes ou parcamente representados em ambientes fechados.

De fato, os coletores há muito tempo já estavam cientes de que certas espécies de besouros são encontradas em carcaças decompostas. É um procedimento comum usar “armadilhas” para capturá-los enterrando jarros com a extremidade aberta ao nível do solo e usar pedaços de carne como iscas (Abbott 1937).

Quando esqueletos secos de humanos são recuperados, os Coleoptera compreendem a principal evidência entomológica na determinação do IPM no campo da entomologia forense, baseada principalmente no padrão de sucessão (Kulshrestha & Satpathy 2001).

Oliveira-Costa (2003) recomenda para identificação de ordens e famílias de insetos as chaves contidas nas obras de Borror & DeLong (1969, 1971), Carrera (1985) e Borror, Triplehorn & Johnson (1992), contudo não são voltadas para os grupos de interesse

forense. Já para identificação dos Coleoptera ao nível de gênero e espécie, muitas vezes não existem chaves, tendo-se que recorrer a especialistas nos grupos.

Em Coleoptera existem quatro subordens: Myxophaga, Archostemata, Adephaga e Polyphaga, possuindo as duas últimas, espécies de importância forense. As famílias de interesse forense são: Cantharidae, Carabidae, Cerambycidae, Cholevidae, Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Nitidulidae, Trogositidae, Phengogidae, Scaphidiidae, Scarabaeidae, Silphidae, Staphylinidae e Trogidae (Oliveira-Costa 2003).

Em estudo com carcaças de porco na região de floresta urbana em Campinas, foram coletados Coleoptera das famílias: Cantharidae (espécie não identificada), Carabidae (espécie não identificada), Cerambycidae (espécie não identificada), Cleridae, *Necrobia rufipes* (De Geer, 1775), Dermestidae, *Dermestes maculatus* (De Geer, 1774), Histeridae, *Eupilotus* sp. e *Omalodes* sp., Phengodidae (espécie não identificada), Scarabaeidae, *Deltochilum brasiliensis* (Laporte, 1840), *Eurysternus parallelus*, *Scybalocanthos* sp., *Canthos* sp. e *Coprophanaeus ensifer* Laporte, 1840, Staphylinidae (espécies não identificadas) e Silphidae, *Oxyletrum discicolle* (Brullé, 1840) (Carvalho *et al.* 2000).

Em trabalho realizado com carcaças de *Rattus norvegicus* (Berkenhout, 1769) em Curitiba, foram encontradas espécies necrófagas de Coleoptera das famílias: Silphidae, *Oxyletrum discicolle*, Cholevidae, *Dissochaetus murray* (Reitter, 1884), Scarabaeidae *Phaenaeus saphirinus* Sturm 1826, *Megathopa* sp., *Eurysternus* sp., *Pinotus* sp. e *Canthidium* sp.) e Trogidae (espécies não identificadas). Contudo a família de maior ocorrência foi Staphylinidae (gênero e espécie não determinados). Deve ser dado destaque a *O. discicolle*, pois como adultos e larvas exibiram um padrão de colonização da carcaça, eles poderiam ser úteis em análises ao nível de comunidade e populacionais (Moura *et al.* 1997).

Há no país uma falta de estudos enfocando a fauna de Coleoptera, um dos estudos mais completos no país contemplando a coleopterofauna, foi feito por Luederwaldt (1911), que encontrou mais de 38 espécies relacionadas a carcaças. Já Kocárek (2003) em estudo sobre a decomposição e sucessão da fauna de Coleoptera em carcaças de mamífero expostas em Opava, República Tcheca, foram coletadas 145 espécies de Coleoptera, isso em um país com média anual de temperatura 7,9°C e com riqueza de espécies muito menor do que a do Brasil. Portanto faz-se necessário estudos nesse sentido para suprir esta lacuna na entomofauna cadavérica.



## 2. Objetivos

Gerais:

- Estudar a fauna de Coleoptera encontrada em carcaças de *Sus scrofa* Linnaeus, 1758.

Específicos:

- Identificar a fauna de Coleoptera ao menor nível taxonômico possível;
- Determinar o hábito alimentar;
- Verificar o efeito dos fatores abióticos na abundância;
- Verificar o efeito das diferenças sazonais na abundância;
- Estudar a sucessão de Coleoptera nas fases de decomposição;
- Levantar caracteres para a montagem de chaves de identificação para os grupos de Coleoptera de importância forense.

## 3. Material e Métodos

### 3.1. Local

O experimento foi desenvolvido em uma clareira feita num capão localizado a 25°25'S e 49°14'W, em Curitiba-PR. Curitiba encontra-se na porção centro-sul do Paraná, a uma altitude de 945 metros acima do nível do mar, apresentando temperatura média anual de 16,5°C (Maack 1981). A área é um remanescente de floresta ombrófila mista com três estratos bem definidos, solo de umidade moderada e pouca declividade. O capão utilizado localiza-se no Centro Politécnico (UFPR), Setor de Ciências Biológicas, próximo ao biotério, no bairro Jardim das Américas. Próximo ao local há a rodovia BR-277, de tráfego intenso, que provoca intensa interferência antrópica.

A vegetação do local, no raio de aproximadamente um metro do experimento, caracteriza-se por grande quantidade de indivíduos e espécies de Poaceae e pequena quantidade de Asteraceae. Além deste raio, inverte-se a proporção, com vários indivíduos de *Baccharis* sp. (vassourinha), sendo que a leste, ocorrem muitos indivíduos de duas espécies de *Baccharis* spp. (carqueja). Está presente também a família Melastomataceae com poucos indivíduos arbustivos, acompanhada de *Ilex*

*brevicuspis* Reissek (Aquifoliaceae) (caúna), além de indivíduos novos de *Schinus terebinthifolius* Radd (Anacardiaceae) (aroeira), com menos de meio metro de altura. Está presente também uma grande quantidade de Bromeliaceae (caraguatá) e Pteridophyta (samambaias). O solo do local é argiloso, dificultando a absorção da água superficial oriunda de chuvas, é ácido devido a grande quantidade de samambaias com provável falta de boro pela presença de carqueja, o que caracteriza a vegetação como pioneira.

### 3.2. Período de realização das coletas

As coletas foram realizadas durante o período de 23 de setembro de 2005 a 22 de setembro de 2006, ao início de cada estação um porco era sacrificado e sua carcaça retirada ao final da mesma.

### 3.3. Substrato para a realização das coletas

Como substrato foram utilizadas carcaças de suínos, *Sus scrofa* Linnaeus, 1758, com peso médio de 15 kg. Os animais foram sacrificados com um ferimento no coração de modo a simular morte violenta.

### 3.4. Montagem e instalação das gaiolas e armadilhas

As carcaças foram colocadas em gaiolas (Fig. 1) com abertura superior (para facilitar o acesso) e bandeja no lado inferior (para retirada dos insetos abaixo da carcaça). Foram confeccionadas com painéis de metal soldados, com aberturas de 2,5 cm para permitir o acesso dos insetos à carcaça e ao mesmo tempo impedir o de predadores de maior porte como ratos, cães, urubus, etc.



**Figura 1. Gaiola utilizada no experimento, com o exemplar sacrificado no interior, posicionada em clareira no Centro Politécnico, Curitiba-PR.**

A gaiola foi instalada na clareira e recoberta por armadilha Shannon modificada, confeccionada com voal, com alças nas extremidades para prendê-la ao chão por meio de tiras de borracha com estacas nas extremidades (Fig. 2).

A armadilha tem a forma de cone invertido com 1,5 metros de diâmetro na base e 1,5 metros de altura. Na parte superior foi acoplada uma estrutura em cone com um tubo contendo álcool para coleta dos insetos voadores.

Foram colocadas ainda, cinco armadilhas de solo tipo pit-fall para complementar a captura dos insetos. Estas armadilhas foram feitas com potes enterrados ao nível do solo, contendo formol 4% e uma gota de detergente, cobertos com uma tela de arame para evitar apreensão dos vertebrados da região.



**Figura 2. Armadilha Shannon modificada posicionada sobre a gaiola no capão localizado no Centro Politécnico, Curitiba-PR.**

### 3.5. Coleta e montagem dos insetos adultos

As coletas foram realizadas diariamente à tarde durante todo o período. A coleta ativa realizada na bandeja foi feita pelo mesmo coletor de modo a minimizar diferenças no esforço de coleta. Os adultos coletados sobre o corpo, na bandeja abaixo do corpo e nas armadilhas (Pit-fall e Shannon modificada) foram sacrificados em vidro letal e transferidos para mantas para posterior montagem e identificação. Todos os adultos foram montados em alfinete entomológico e devidamente etiquetados.

### 3.6. Identificação

As identificações foram feitas em laboratório com auxílio de chaves específicas para os grupos ou o material foi enviado a especialistas.

### 3.7. Fatores abióticos

Os dados meteorológicos foram obtidos na estação do Instituto Tecnológico Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR), localizada no Centro Politécnico, UFPR.

### 3.8. Análise estatística

Foram feitas análises de agrupamento usando como medida de similaridade os índices de Bray-Curtis e Dice implementados nos programas Past e Primer entre as estações do ano, as fases de decomposição e as espécies coletadas, de modo a verificar as relações de similaridade entre as mesmas.

Os fatores abióticos foram correlacionados com a abundância de Coleoptera utilizando-se o programa STATISTICA, de modo a verificar sua influência na abundância.

Para se testar possíveis efeitos da sazonalidade, foi feita uma análise de variância no programa STATISTICA usando como variável resposta a abundância. Já para se testar o efeito das fases de decomposição na atração de Coleoptera, foi feita uma Anova não paramétrica (Kruskal-Wallis) nos programas STATISTICA e Past, pois os dados não se ajustaram às premissas da análise de variância paramétrica. Para esta análise foram desconsideradas as espécies fitófagas, sabidamente não relacionadas à carcaça e as coletas da armadilha pit-fall, por não serem diárias e possuírem pequeno volume amostral.

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Diversidade Geral

Foram coletados no total 4360 coleópteros, pertencentes a 26 famílias e 112 espécies (Tabs. I-IV). Staphylinidae foi a família mais abundante com 2450 indivíduos, seguida por Silphidae com 991, Histeridae com 519 e Cleridae com 132 (Tab. I), estas famílias compreendem 93% dos exemplares coletados. A maior coleta destas famílias pode ser devida a sua tendência à agregação sobre o recurso, como demonstrado por Moura (2004). Em estudo realizado em Curitiba, o autor verificou que todos os insetos associados a carcaça de rato distribuem-se de forma agregada sobre o recurso, nesta análise foram incluídas as famílias Histeridae, Staphylinidae e Silphidae (*Oxelytrum discicolle*).

**Tabela I. Número de indivíduos coletados por família nos diferentes métodos de coleta durante um ano de coleta.**

Família	Bandeja	Shannon	Pit-fall	Total	Riqueza (sp)
Staphylinidae	1060	1356	34	2450	29
Silphidae	327	449	215	991	1
Histeridae	509	4	6	519	4
Cleridae	10	120	2	132	2
Scarabaeidae	19	1	13	33	7
Hydrophilidae	23	1	5	29	4
Cantharidae	1	26	1	28	2
Leiodidae	26	1	1	28	1
Trogidae	2	0	21	23	2
Dermeestidae	20	2	0	22	1
Chrysomelidae	2	10	7	19	14
Elateridae	1	13	2	16	8
Curculionidae	1	3	11	15	7
Ptiliidae	10	3	0	13	1
Tenebrionidae	2	6	0	8	5
Carabidae	1	4	1	6	5
Coccinellidae	0	5	0	5	4
Lampyridae	0	5	0	5	1
Nitidulidae	2	2	1	5	4
Dryopidae	0	0	3	3	1
Cerambycidae	0	2	0	2	2
Phengodidae	1	1	0	2	2
Ptilodactylidae	0	2	0	2	2
Rhizophagidae	2	0	0	2	1
Coleoptera sp	0	0	1	1	1
Lathridiidae	1	0	0	1	1
Total	2020	2016	324	4360	112

**Tabela II. Número de indivíduos das espécies de Staphylinidae em cada método de coleta durante um ano.**

Espécie	Bandeja	Shannon	Pit-fall	Total
<i>Aleochara lata</i>	552	1036	2	1590
<i>Ocalea</i> sp.1	365	161	7	533
<i>Philonthus</i> sp.4	17	90	0	107
<i>Philonthus</i> sp.3	14	44	0	58
<i>Anotylus</i> sp.1	33	1	11	45
<i>Aleochara</i> sp.1	35	3	2	40
<i>Belonuchus</i> sp.	23	0	0	23
<i>Anotylus</i> sp.2	7	1	0	8
<i>Echiaster</i> sp.	3	3	0	6
<i>Quedius</i> sp.	0	5	0	5
<i>Philonthus</i> sp.2	0	5	0	5
<i>Lissohynus</i> sp.	1	0	3	4
<i>Philonthus</i> sp.1	3	1	0	4
<i>Lepitacnus</i> sp.	2	0	0	2
<i>Nacaeus</i> sp.	2	0	0	2
<i>Oxypodini</i> sp.	0	2	0	2
<i>Carpelinus</i> sp.	0	0	2	2
Staphylininae sp	0	0	2	2
<i>Eulissus</i> sp.	1	0	1	2
<i>Cilea</i> sp.	0	1	0	1
<i>Heterotops</i> sp.	1	0	0	1
<i>Neohypnus</i> sp.	0	0	1	1
<i>Platydacus</i> sp.	0	1	0	1
<i>Thoracophorus</i> sp.	0	0	1	1
<i>Ocalea</i> sp.2	0	0	1	1
<i>Philonthina</i> sp.	0	1	0	1
<i>Philonthus</i> sp.5	1	0	0	1
<i>Philonthus</i> sp.6	0	0	1	1
<i>Aleochara</i> sp.2	0	1	0	1
Total	1060	1356	34	2450

**Tabela III. Número de indivíduos das espécies pertencentes a famílias de potencial forense de acordo com SMITH (1986) nos diferentes métodos de coleta durante um ano.**

Família	Espécie	Bandeja	Shannon	Pit-fall	Total
Carabidae	Carabidae sp.1	1	1	0	2
Carabidae	Carabidae sp.2	0	1	0	1
Carabidae	Carabidae sp.3	0	1	0	1
Carabidae	Carabidae sp.4	0	1	0	1
Carabidae	Carabidae sp.5	0	0	1	1
Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	4	114	2	120
Cleridae	<i>Necrobia ruficollis</i>	6	6	0	12
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	20	2	0	22
Histeridae	<i>Euspilotus</i> "grupo" <i>azureus</i> sp.	476	2	2	480
Histeridae	<i>Hister</i> sp.	25	2	4	31
Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp.	4	0	0	4
Histeridae	<i>Phelister</i> sp.	4	0	0	4
Hydrophilidae	Hydrophilidae sp.3	19	1	0	20
Hydrophilidae	Hydrophilidae sp.4	4	0	1	5
Hydrophilidae	Hydrophilidae sp.1	0	0	3	3
Hydrophilidae	Hydrophilidae sp.2	0	0	1	1
Leiodidae	<i>Hydnobius</i> sp.	26	1	1	28
Nitidulidae	Nitidulidae sp.1	1	0	1	2
Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> sp.	1	0	0	1
Nitidulidae	Nitidulidae sp.2	0	1	0	1
Nitidulidae	Nitidulidae sp.3	0	1	0	1
Rhizophagidae	Rhizophagidae sp.	2	0	0	2
Scarabaeidae	<i>Dichotomius</i> sp.	7	0	5	12
Scarabaeidae	Aphodiinae sp.1	7	0	0	7
Scarabaeidae	<i>Leucothyreus</i> sp.	3	1	2	6
Scarabaeidae	<i>Atenius picinus</i>	1	0	3	4
Scarabaeidae	<i>Dyscinetus</i> sp.	0	0	2	2
Scarabaeidae	<i>Ontherus</i> sp.	0	0	1	1
Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i> sp.	1	0	0	1
Silphidae	<i>Oxelytrum discicolle</i>	327	449	215	991
Tenebrionidae	<i>Lagria vilosa</i>	1	3	0	4
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.1	1	0	0	1
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.2	0	1	0	1
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.3	0	1	0	1
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.4	0	1	0	1
Trogidae	<i>Polynoncus</i> sp.	2	0	20	22
Trogidae	<i>Omorgus</i> sp.	0	0	1	1
Total		943	590	265	1798



Tabela IV. Abundância das espécies acidentais nos diferentes métodos de coleta durante um ano.

Família	Espécie	Bandeja	Shannon	Pit-fall	Total
Cantharidae	<i>Tryptherus</i> sp.	1	25	1	27
Cantharidae	Cantharidae sp.1	0	1	0	1
Cerambycidae	<i>Aerenea posticalis</i> Thomson, 1857	0	1	0	1
Cerambycidae	<i>Hesychotypa subfasciata</i> Dillon e Dillon, 1945	0	1	0	1
Chrysomelidae	Alticinae sp.1	0	5	0	5
Chrysomelidae	<i>Systema</i> sp.1	0	0	2	2
Chrysomelidae	<i>Longitarsus</i> sp.1	0	0	1	1
Chrysomelidae	<i>Longitarsus</i> sp.2	0	0	1	1
Chrysomelidae	<i>Systema</i> sp.2	0	0	1	1
Chrysomelidae	<i>Chaotocnema</i> sp.	0	0	1	1
Chrysomelidae	<i>Stolas</i> sp.	1	0	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.1	1	0	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.2	0	1	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.3	0	1	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.4	0	1	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.5	0	1	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.6	0	0	1	1
Chrysomelidae	Galerucinae sp.	0	1	0	1
Coccinellidae	<i>Scymnus (Pullus)</i> sp.	0	2	0	2
Coccinellidae	<i>Hyperaspis (Hyperaspis) festiva</i> Mulsant, 1850	0	1	0	1
Coccinellidae	<i>Scymnus (Scymnus)</i> sp.	0	1	0	1
Coccinellidae	<i>Brachiacantha</i> sp.	0	1	0	1
Coleoptera sp.	Coleoptera sp	0	0	1	1
Curculionidae	<i>Conotrachelus</i> sp.	0	0	6	6
Curculionidae	<i>Brachybamus</i> sp.	1	0	3	4
Curculionidae	Baridini sp.1	0	1	0	1
Curculionidae	Baridini sp.2	0	1	0	1
Curculionidae	<i>Heilipus draco</i> (Fabricius, 1801)	0	1	0	1
Curculionidae	<i>Asperauleutes</i> sp.	0	0	1	1
Curculionidae	<i>Listronotus</i> sp.	0	0	1	1
Dryopidae	Dryopidae	0	0	3	3
Elateridae	Elateridae sp.1	0	7	0	7
Elateridae	Elateridae sp.2	1	2	0	3
Elateridae	Elateridae sp.3	0	1	0	1
Elateridae	Elateridae sp.4	0	1	0	1
Elateridae	Elateridae sp.5	0	1	0	1
Elateridae	Elateridae sp.6	0	1	0	1
Elateridae	Elateridae sp.7	0	0	1	1
Elateridae	Elateridae sp.8	0	0	1	1
Lampyridae	Lampyridae sp.	0	5	0	5
Lathridiidae	Lathridiidae sp.	1	0	0	1
Phengodidae	Phengodidae sp.1	1	0	0	1
Phengodidae	Phengodidae sp.2	0	1	0	1
Ptiliidae	Ptiliidae sp.	10	3	0	13
Ptilodactilidae	Ptilodactilidae sp.1	0	1	0	1
Ptilodactilidae	Ptilodactilidae sp.2	0	1	0	1
Total		17	70	25	112

Wolff *et al.* (2001) em Medellín, Colômbia encontrou em carcaça de porco, Carabidae, Cleridae, Dermestidae, Histeridae, Nitidulidae, Scarabaeidae, Silphidae e

Staphylinidae, contudo Dermestidae foi a família mais abundante, seguida por Staphylinidae, Cleridae e Histeridae. Deve-se salientar que a maior abundância encontrada de Dermestidae foi na fase seca, a qual não foi atingida em nenhuma das estações neste estudo.

Em Callao, Peru, Iannacone (2003) relatou Dermestidae como a família mais coletada com 16,35% dos insetos, seguida por Histeridae com 1,48% e Cleridae com 0,45%. A ausência da família Staphylinidae pode ser devida ao tamanho reduzido de grande parte de seus representantes, difíceis de serem capturados de forma ativa.

Carvalho & Linhares (2001) e Carvalho *et al.* (2000) com carcaça de porco em Campinas, Brasil, coletaram em ordem de abundância, Scarabaeidae, Histeridae, Silphidae e Staphylinidae. A diferença na abundância de Scarabaeidae pode ter sido pelo ambiente escolhido para o estudo, sendo uma reserva, onde a fauna é diferente da urbana, pois diverge dos outros trabalhos no que tange essa família.

Como se pode ver, as famílias mais abundantes (Staphylinidae, Silphidae, Histeridae e Cleridae) estão citadas nos estudos acima, ou seja, a fauna no nível de família é parecida. Hanski (1986) citou que no nível de família existe pouca variação geográfica na composição taxonômica, corroborando os resultados obtidos. Uma exceção a esta constância na composição taxonômica em diferentes regiões seria a família Silphidae, predominante na região temperada, aparentemente é substituída por espécies de Scarabaeinae necrófagos nos trópicos (Halffter & Matthews, 1966). Esse padrão de substituição não foi observado no atual estudo, Silphidae teve abundância muito maior, provavelmente pela zona climática da região se assemelhar mais com a temperada do que com a tropical.

Deve-se salientar que Shubeck (1983) estudando a fauna de besouros necrófagos (Silphidae, Dermestidae, Nitidulidae, Histeridae e Scarabaeidae) em diferentes habitats, observou que a maioria das espécies demonstrava predileção por um habitat em detrimento dos outros. Ou seja, mesmo que ao nível de família não haja muita diferença na composição faunística, ao nível de espécie há grande diferença entre habitats.

A abundância total de Coleoptera encontrada no presente estudo foi maior, pois a maior parte dos trabalhos acima citados não tinha como foco principal a fauna de Coleoptera, confirmando a importância de um estudo sobre a fauna de Coleoptera associada a carcaças.

#### 4.2. Principais Famílias com espécies de Importância forense

Smith (1986) considera como associadas a carcaça as famílias: Carabidae, Hydrophilidae, Silphidae, Leiodidae, Staphylinidae, Histeridae, Cleridae, Anthicidae, Dermestidae, Nitidulidae, Rhizophagidae, Ptinidae, Tenebrionidae, Scarabaeidae, Geotrupidae e Trogidae. Dentre as quatro famílias mais abundantes, todas são consideradas como fauna necrófila e juntas compõem 93,8% dos coleópteros (Tab. I).

##### **Staphylinidae**

A família foi a mais abundante no estudo, representando um número maior que todas as outras famílias reunidas (Tab. I). Em estudo da abundância sazonal de besouros em reserva de Floresta Atlântica em São Paulo, Gnaspini *et al.* (2000) citaram que Staphylinidae compôs a maior parte dos exemplares capturados, com seu número aumentando nas estações quente e chuvosa.

Staphylinidae é um dos grupos de Coleoptera com maior número de espécies, a nível mundial se conhecem mais de 47.000, riqueza só ultrapassada por Curculionidae (Navarrete-Heredia 2002).

Jiménez-Sánchez *et al.* (2000) estudaram a fauna de Staphylinidae necrófila da Serra de Nanchititla, México, onde em um ano de coleta capturaram 4582 indivíduos, pertencentes a 50 espécies, das quais cinco eram novas. Staphylininae teve a maior riqueza com 71,28%, seguida por Omaliinae 14,04%, Oxytelinae 14,03%, sendo que o restante não constitui nem um por cento. As espécies mais abundantes foram *Belonuchus rufipennis* Fabricius 1801, com 32%, *Platydracus* sp.3, 17,83%, *Anotylus* sp.2, 10,21%, *Platydracus mendicus* Sharp, 1884, 9,97% e *Phloenomus centralis* Sharp 1887, 9,73%.

No presente estudo capturou-se ao todo 2450 Staphylinidae, representados por 29 espécies. Assim como no trabalho de Jiménez-Sánchez *et al.* (2000) a subfamília Staphylininae teve maior riqueza com 55,17%, no entanto Aleocharinae representam 20,69%, Oxytelinae 10,34%, Osoriinae 6,90%, Paederinae e Tachyporinae, 3,45%. Omaliinae não foi encontrada, provavelmente devido a baixa representatividade na região Neotropical, que apresentam somente 9 gêneros dos 125 no total. *Aleochara lata* Gravenhorst, 1802 foi a espécie mais abundante com 65%, seguida por *Ocalea* sp.1 com 22% e *Philonthus* sp.4 com 4%. A abundância de *A. lata* deve-se provavelmente a alta presença de recurso alimentar, tanto para adultos (larvas e ovos) quanto para as fases

larvais (pupas de dípteros). Os gêneros *Belonuchus*, *Platydracus* e *Anotylus* foram encontrados, porém em número muito menor em comparação ao estudo do México.

Luna (2001) estudou a fauna de Staphylinidae necrófila em Tlayacapan, México e em um ano capturou 5191 exemplares, compreendendo 76 espécies, o que indica que a fauna de Staphylinidae é rica, porém a falta de especialistas e o tamanho diminuto da maioria dos espécimes dificultam sua coleta e identificação.

No Brasil, a maioria dos trabalhos de entomologia forense apresentam a fauna no nível de família em Staphylinidae, devido a carência de especialistas (Monteiro-Filho & Penereiro 1987, Carvalho & Linhares 2001 e Carvalho *et al.* 2000). Souza & Linhares (1997) encontraram as seguintes espécies: *Aleochara lateralis* Erichson, 1839, *Philonthus* sp.1, *Philonthus* sp.2, *Philonthus* sp.3, *Xanthopygus* sp. e *Eulissus chalybaeus* Mannerheim, 1830. Destes gêneros, apenas *Xanthopygus* não foi encontrado em Curitiba.

Dentre as espécies coletadas, *A. lata* foi a mais abundante, com 1590 indivíduos, seguida por *Ocalea* sp. 1 com 533 e *Philonthus* sp. 4 com 107 (Tab. II).

O gênero *Aleochara* é predador de larvas e ovos de dípteros quando na fase adulta, e parasita de pupários de dípteros quando na fase larval. Outra espécie do gênero, *Aleochara taeniata* (Erichson, 1839) foi estudada por White & Legner (1966) como potencial agente de controle biológico de *Musca domestica* (L., 1758). Sua grande densidade deve estar associada a densidade das formas imaturas de Diptera. Soma-se a isso a falta de predadores, por ser uma espécie da região Paleártica que foi introduzida na região Neotropical (Klimaszewski 1984).

Na Austrália, Archer (2003) selecionou três espécies da família (*Aleochara brachialis* Jekel 1873, *Anotylus* spp. e *Creophilus erythrocephalus* Fabricius, 1775) por estarem associadas o ano todo com carcaças de leitão. A alta abundância de *A. lata*, pode também ser devida a esta ser multivoltina, ocorrendo durante todo o ano (Tab. IX, XI, XIII, XV), sendo conseqüentemente mais coletada. *A. lata* foi também encontrada em estudo de Tabor *et al.* (2005), associada as duas estações analisadas (primavera e verão). Outra espécie do gênero, *Aleochara curtula* (Goeze, 1777) foi coletada nas três estações estudadas (primavera, verão e outono) em estudo de Kocárek (2003).

Deve-se destacar, no entanto, que não foram encontradas larvas de *A. lata* durante o experimento, o que pode indicar que não ovipositam na carcaça ou que o tamanho diminuto das larvas e a rapidez com que parasitam pupários faz com que não possam ser visualizadas.

## Silphidae

A família Silphidae foi a segunda em ordem de abundância, principalmente na primavera, representada somente por uma espécie, *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Tab. III).

Wolff *et al.* (2001) capturaram adultos de *Oxelytrum* sp. durante as fases de decomposição ativa, avançada e seca, enquanto no presente estudo *O. discicolle* já estava presente no equivalente a fase de inchaço.

A espécie é predadora quando adulta e necrófaga quando na fase larval, estando por isso em grande abundância na carcaça. Foram observadas algumas larvas da espécie, o que indica que estavam se criando na mesma. Além disso, foram encontrados ao longo do estudo vários élitros da espécie, provavelmente predados por pássaros da região, visto que a espécie tem hábito terrestre e caminha pela clareira até a carcaça.

Putman (1978) cita *Necrophorus humator* (Illiger, 1798) em carcaça de roedor, com poucos exemplares no inverno e pico na primavera, na qual um exemplar era encontrado por carcaça mumificada, comportamento não observado no presente estudo, possivelmente pelo tamanho maior da carcaça, possibilitando o compartilhamento de recursos. Diferentemente das espécies do Hemisfério Norte, estudos detalhados da história natural das espécies neotrópicas, como *O. discicolle*, não foram feitos (Peck & Anderson 1985), portanto é possível que a espécie tenha tendência a se agregar.

## Histeridae

A família foi a terceira em ordem de abundância, principalmente representada por *Euspilotus* “grupo” *azureus* sp., que compôs 92,5% dos exemplares coletados da família (Tab. III). Sua abundância deve-se principalmente a serem predadores de larvas de dípteros.

Wolff *et al.* (2001), em Medellín, Colômbia, usando *Sus scrofa* como substrato, encontrou *Hister* sp. nos estágios de decomposição ativa, avançada e seca. *Saprinus patagonicus* Blanchard, 1842 e *Hister* sp. foram encontrados por Centeno *et al.* (2002), na Argentina, associadas a carcaças cobertas e descobertas. Adultos de *Saprinus aeneus* (Fabricius, 1775) foram encontrados por Iannacone (2003), em Callao, Peru, durante os estágios ativo e de putrefação avançada em carcaças de porco. O gênero *Hister* também foi encontrado neste estudo, estando mais associado ao estágio de fermentação butírica (Tab. VII).

Em Campinas, Brasil, Monteiro-Filho & Penereiro (1987) e Carvalho & Linhares (2001) encontraram espécies não identificadas da família em ratos e carcaças de porco. Souza & Linhares (1997) encontraram as seguintes espécies: *Saprinus azureus* (Sahlberg, 1823), *Euspilotus* sp. e *Omalodes* sp. nos estágios de putrefação, putrefação escura e fermentação butírica durante os anos de 1992 e 1993 no município. Carvalho *et al.* (2000) encontraram *Euspilotus* sp. e *Omalodes* sp. em área de floresta na mesma cidade. Portanto, espécies do gênero *Euspilotus* são encontradas em outros estudos do Brasil, estando associado a carcaças.

### **Cleridae**

Quarta família em ordem de abundância, foi representada principalmente por *Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775), que correspondeu a 90,9% dos exemplares de Cleridae coletados, o restante era da espécie *Necrobia ruficollis* (Fabricius, 1775) (Tab. III).

Souza & Linhares (1997) coletaram adultos de *N. rufipes* nos estágios de putrefação, putrefação escura, e fermentação butírica durante um ano, em *Sus scrofa*, em Campinas, Brasil. Carvalho *et al.* (2000) coletaram *N. rufipes* em cadáveres humanos no Instituto de Medicina Legal de Campinas, de 1993 a 1998. *N. rufipes* foi encontrada por Wolff *et al.* (2001) em Medellín, Colômbia usando *Sus scrofa* como substrato nos estágios avançado e seco. Kulshrestha & Satpathy (2001) coletaram *N. rufipes* na Índia em humano que faleceu a 20°C e umidade de 46%, em outubro de 1998. Adultos foram coletados no início da decomposição, enquanto que larvas não foram coletadas até a fase seca, 94 dias após a morte. Estavam também presentes nos restos de uma mulher com IPM de 4 meses e 13 dias. *N. ruficollis* e *N. rufipes* foram encontrados por Centeno *et al.* (2002) na Argentina em carcaças de porco. Estas espécies estavam mais associadas ao final da decomposição nas carcaças expostas durante o verão, e no estágio ativo até o seu final da decomposição, na carcaça coberta durante a primavera. Em Callao, Peru, Ianaconne (2003) encontrou adultos de *N. rufipes*, na fase ativa e putrefação avançada em carcaças de porco durante 84 dias.

*N. rufipes* é predador de larvas de Diptera e Coleoptera. Também está associado a carnes armazenadas, como peixe seco, couro, ossos de animais mortos, sementes oleaginosas e produtos armazenados, principalmente aqueles com alto índice protéico, como por exemplo rações de animais (Gredilha *et al.* 2005; Ashman 1963).

## **Dermestidae**

Seu hábito é necrófago, sendo conhecidamente associada a corpos em decomposição, com preferência pela fase seca. Foram encontrados 22 indivíduos pertencentes à espécie *Dermestes maculatus* (De Geer, 1774)(Tab. III). A pequena representatividade da família deve-se provavelmente as condições ambientais desfavoráveis a espécie, que prefere ambientes secos e quentes, pois a umidade relativa foi muito alta, aproximadamente 78,2%. Além disso, pelo curto espaço de tempo, a carcaça não atingiu a fase seca, na qual eles conhecidamente têm maior abundância.

Schroeder *et al.* (2002) citaram a importância da espécie *D. maculatus* na entomologia forense. Em cinco meses levaram a quase esqueletização um homem encontrado em um apartamento com as janelas fechadas e com calefação, mantendo a temperatura do corpo a 19,4°C.

### **4.3. Métodos de coleta**

Dentre os métodos de coleta, a ativa, realizada na bandeja, foi responsável pela maior captura, 2023 coleópteros, seguida pela armadilha Shannon adaptada, com 2016 e pelas armadilhas do tipo Pit-fall que juntas coletaram 324 exemplares (Tab. I).

A grande diferença da Pit-fall em relação aos outros métodos de coleta, deve-se a esta ser uma armadilha altamente seletiva para espécies terrestres que colonizam ou partem da carcaça, além de sofrer influência da leve inclinação do solo e vegetação circundante (Putman 1978). O autor, em armadilhas pit-falls posicionadas ao redor de um porco da índia, nos Estados Unidos, coletou apenas *Necrophorus* spp. (Silphidae), Carabidae e Staphylinidae, evidenciando sua seletividade.

Staphylinidae foi a família mais abundante nos dois primeiros métodos, (bandeja e Shannon) representando respectivamente 53 e 68% dos exemplares capturados, contudo teve apenas 11% nas armadilhas do tipo Pit-fall, sendo superada por Silphidae, com 67%. Silphidae representou grande parte dos coleópteros na armadilha Shannon, com 22%, e daqueles coletados na bandeja, com 16%. Histeridae teve grande presença somente na bandeja, com 26% dos indivíduos.

As famílias em ordem de riqueza de espécies necrófilas de acordo com seleção de Smith (1986) são: Staphylinidae (29), Elateridae (8), Scarabaeidae, Tenebrionidae e Carabidae (5). Além de mais abundante, Staphylinidae obteve maior riqueza, representando 25,9% das espécies coletadas.

Abbott (1937) no norte de Illinois coletou principalmente Corynetidae, Dermestidae, Nitidulidae, Geotrupidae, Trogidae, Copridae, Silphidae e Histeridae. Em número de espécies todas são excedidas por Histeridae, embora Silphidae e Staphylinidae também constituam cada uma, mais de 20% das espécies coletadas. Histeridae e Staphylinidae conhecidamente apresentam várias espécies associadas a carcaças, já a família Silphidae têm distribuição maior na região temperada (Halfpeter & Matthews 1966) sendo substituída por espécies de Scarabaeinae na região tropical, por isso sua menor riqueza.

Dentre os métodos de coleta, a armadilha Shannon obteve 63 espécies, sendo a de maior riqueza, seguida pela bandeja com 47 e Pit-falls com 44 (Tab. V).

**Tabela V. Número de espécies, abundância, índice de diversidade de Shannon e equitabilidade entre as armadilhas dos coleópteros capturados durante um ano.**

	Bandeja	Shannon	Pit-fall
Riqueza	47	63	44
Abundância	2020	2016	324
Índice de Shannon	2,038	1,645	1,744
Equitabilidade	0,5294	0,397	0,4609

A armadilha do tipo Shannon modificada obteve maior riqueza, provavelmente por ser uma coleta passiva constante, que acaba por capturar mais espécies, diferentemente das coletas ativas realizadas uma vez ao dia na bandeja. A menor equitabilidade foi da armadilha Shannon modificada, devido às espécies acidentais. O índice de diversidade de Shannon foi maior na bandeja devido a maior equitabilidade.

O intuito de comparar os métodos de coleta é salientar suas diferenças de modo a enfatizar que elas são complementares umas às outras, pois há diferenças na fauna capturada. A família Trogidae é um exemplo, considerada por Smith (1986) como de importância forense, ela foi capturada somente na armadilha do tipo pit-fall, possivelmente em razão de seu hábito terrestre. Ou seja, uma metodologia de coleta para a perícia criminal não deve abrir mão de usar armadilhas de solo, armadilhas interceptadoras de voo e coleta ativa sempre que possível para uma análise mais refinada da coleopterofauna cadavérica.



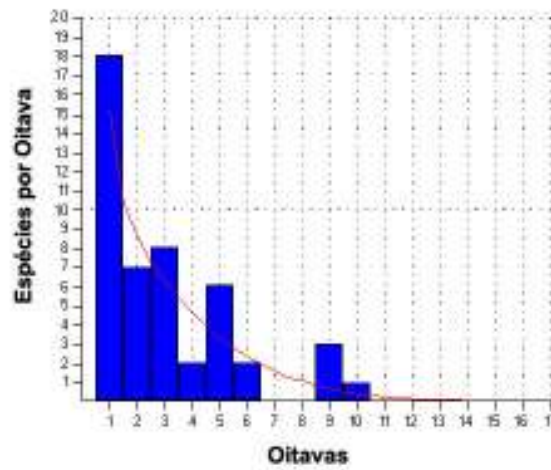


Figura 3. Distribuição da abundância das espécies de Coleoptera encontradas nas coletas realizadas na bandeja em oitavas. Obteve-se  $p=0,2953$ , acomodando à distribuição log-normal.

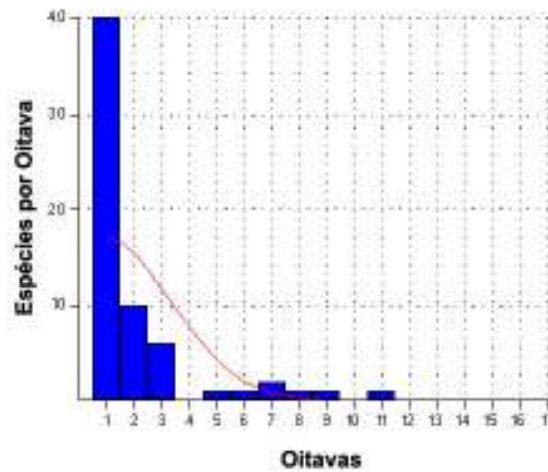
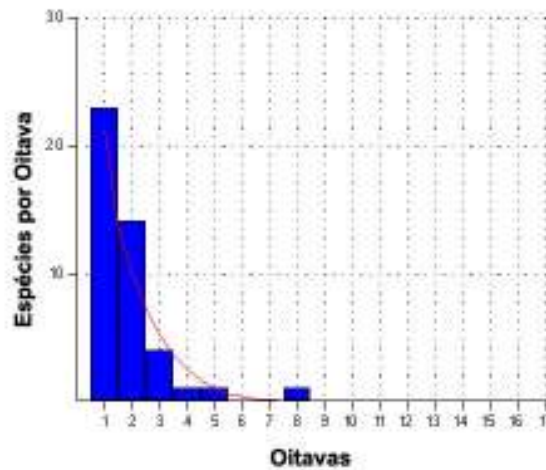
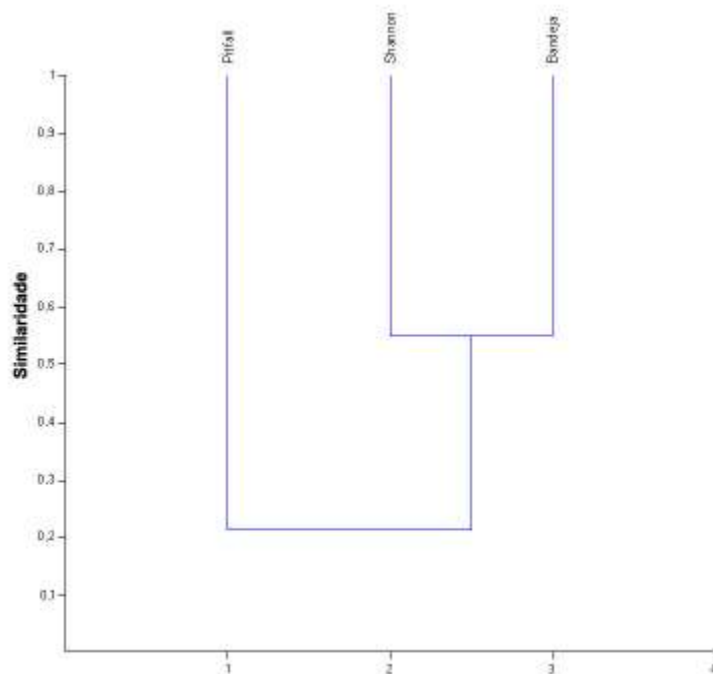


Figura 4. Distribuição da abundância das espécies de Coleoptera capturadas na armadilha Shannon modificada em oitavas. Obteve-se  $p=4,16E-10$ , não acomodando à distribuição log-normal.

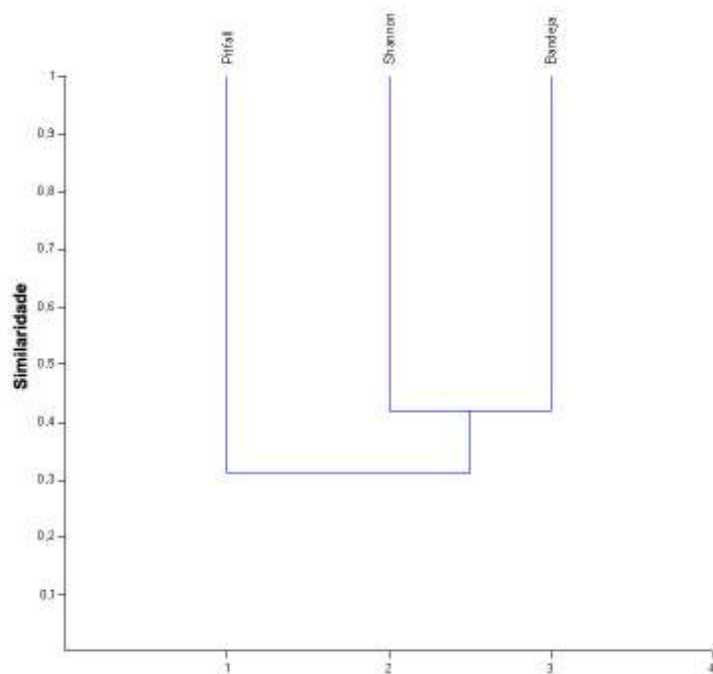


**Figura 5. Distribuição da abundância das espécies de Coleoptera capturadas nas armadilhas pit-fall em oitavas. Obteve-se  $p=0,2565$ , não acomodando à distribuição log-normal.**

Dentre os diferentes métodos de coleta, apenas a Shannon modificada não seguiu uma distribuição log-normal para as espécies de Coleoptera capturadas (Figs 3-5). Isso se deve ao grande número de espécies raras, pois ao contrário das armadilhas pit-fall e da coleta ativa realizada na bandeja, a Shannon modificada captura qualquer inseto que entre por baixo da mesma.



**Figura 6.** Análise de agrupamento dos diferentes métodos de coleta pela similaridade entre a abundância de Coleoptera, usando como medida de similaridade o índice de Bray-Curtis.



**Figura 7.** Análise de agrupamento dos diferentes métodos de coleta pela similaridade entre a abundância de Coleoptera, usando como medida de similaridade o índice de Dice.

Comparando a análise de agrupamento por Bray-Curtis (Fig. 6) com a por Dice (Fig. 7), o índice de similaridade cai para shannon x bandeja, no entanto sobe para bandeja x pit-fall, indicando que apesar da pit-fall ter uma abundância menor, assemelha-se em composição à bandeja. A similaridade maior entre bandeja e shannon se deve a esta última estar posicionada acima da primeira, ou seja, os exemplares não coletados na bandeja tenderiam a voar, sendo capturados no pote coletor, tendo por isso uma fauna mais parecida quando comparada à fauna da pit-fall.

#### 4.4. Hábito

Houve um maior número de predadores/parasitas 55% e onívoros 38% (Tab. VI). Hanski (1986) citou que em várias situações a maior parte dos insetos freqüentando a carcaça são predadores, visto que o número de presas é alto e concentrado, além de vários serem onívoros.

Wolff *et al.* (2001), usando a mesma classificação dos hábitos, enquadraram *Oxelytrum* sp. (Silphidae) tanto dentro de necrófago, quanto de predador/parasita, enquanto que no presente estudo tratou-se *Oxelytrum discicolle* como onívora em função do hábito das larvas e adultos serem diferentes. Para as demais famílias utilizou-se a mesma classificação. Embora tendo havido divergência em apenas uma espécie, houve grande diferença entre os hábitos onívoro e necrófago, já que esta espécie teve uma das maiores abundâncias, com 991 indivíduos.

**Tabela VI. Abundância e porcentagem de Coleoptera na divisão de hábitos proposta por CATTS & GOFF (1992).**

Hábito	Abundância	Porcentagem (%)
Predador/Parasita	2398	55
Onívoro	1659	38,05
Necrófago	57	1,31
Acidental	246	5,64

#### 4.5. Fases de Decomposição

A duração das fases de decomposição variou conforme a estação, suas médias em dias foram:

- Fresca (Fig. 8):  $2,75 \pm 1,43$
- Putrefação (Fig. 9):  $7,75 \pm 2,43$
- Putrefação Escura (Fig. 10):  $9,5 \pm 2,96$

- Fermentação Butírica (Fig. 11):  $72 \pm 5,61$

Este estudo, por utilizar um animal de volume corporal maior, diferiu do estudo de Bornemissza (1956), realizado com porcos da índia de aproximadamente 620g cada.

A abundância das espécies de Coleoptera variou conforme as fases (Tab. VII e VIII) e entre fases nas diferentes estações (Tab IX-XVI), com a maior abundância na fase de fermentação butírica, devida a maior duração desta e a menor abundância na fase fresca, devida a menor duração (Tab. VII).

O padrão de sucessão, mesmo quando analisado em intervalos de uma semana, apresenta várias recolonizações, talvez pelo efeito das coletas realizadas (Tab. X, XII, XIV e XVI).

Embora a classificação de Catts & Goff (1992) seja amplamente usada, ela acaba por classificar como acidentais espécies de hábito alimentar micófago e detritívoro, que podem estar associadas ao processo de decomposição. Optou-se então por trabalhar com as espécies acidentais, a exceção das de hábito fitófago, que certamente não estão associadas a carcaças. Dentre estas estão espécies de Cerambycidae, *Aerenea posticalis*, Thomson 1857, *Hesychotypa subfasciata*, Dillon e Dillon 1945; de Chrysomelidae, Alticinae sp.1, *Stolas* sp., Eumolpinae sp.1, Eumolpinae sp.2, Eumolpinae sp.3, Eumolpinae sp.4, Eumolpinae sp.5, Galerucinae sp.; de Curculionidae, *Heilipus draco* (Fabricius, 1801), *Brachybamus* sp., Baridini sp.1 e Baridini sp.2; de Lathridiidae, Lathridiidae sp.; de Scarabaeidae, *Leucothyreus* sp. (Tab. VIII), excluídas das análises de variância e Kruskal-Wallis.



Figura 8. *Sus scrofa* na fase fresca (Bornemissza 1956).



Figura 9. *Sus scrofa* fase de putrefação (Bornemissza 1956).





Figura 10. *Sus scrofa* na fase de putrefação escura (Bornemissza 1956).



Figura 11. *Sus scrofa* na fase de fermentação (Bornemissza 1956).

**Tabela VII. Abundância das espécies de Coleoptera não-fitófagas encontradas em cada uma das fases de decomposição no período de um ano.**

Família	Espécie	Fresca	Putrefação	Putrefação escura	Fermentação
Cantharidae	Cantharidae sp.1	0	0	1	0
Cantharidae	<i>Tryptherus</i> sp.	0	1	1	24
Carabidae	Carabidae sp.1	0	0	1	1
Carabidae	Carabidae sp.2	0	0	0	1
Carabidae	Carabidae sp.3	0	0	0	1
Carabidae	Carabidae sp.4	0	0	0	1
Cleridae	<i>Necrobia ruficollis</i>	0	0	1	11
Cleridae	<i>Necrobia rufipes</i>	0	0	2	116
Coccinellidae	<i>Scymnus (Pullus)</i> sp.	0	0	0	2
Coccinellidae	<i>Hyperaspis (Hyperaspis) festiva</i>	0	0	0	1
Coccinellidae	<i>Scymnus (Scymnus)</i> sp.	0	0	0	1
Coccinellidae	<i>Brachiacantha</i> sp.	0	0	0	1
Dermestidae	<i>Dermestes maculatus</i>	0	0	0	22
Elateridae	Elateridae sp.1	0	0	2	5
Elateridae	Elateridae sp.2	0	0	0	3
Elateridae	Elateridae sp.3	0	0	0	1
Elateridae	Elateridae sp.4	0	0	0	1
Elateridae	Elateridae sp.5	0	0	0	1
Elateridae	Elateridae sp.6	0	0	0	1
Histeridae	<i>Euspilotus</i> "grupo" <i>azureus</i> sp.	0	212	114	152
Histeridae	<i>Euspilotus</i> sp	0	0	0	4
Histeridae	<i>Hister</i> sp.	0	4	4	21
Histeridae	<i>Phelister</i> sp.	0	1	0	1
Hydrophilidae	Hydrophilidae sp.3	0	8	8	4
Hydrophilidae	Hydrophilidae sp.4	0	2	0	2
Lampyridae	Lampyridae sp.	0	0	0	5
Leiodidae	<i>Hydnobius</i> sp.	0	3	5	19
Nitidulidae	<i>Carpophilus</i> sp.	0	0	0	1
Nitidulidae	Nitidulidae sp.1	0	0	0	1
Nitidulidae	Nitidulidae sp.2	0	0	0	1
Nitidulidae	Nitidulidae sp.3	0	0	0	1
Phengodidae	Phengodidae sp.1	0	0	0	1
Phengodidae	Phengodidae sp.2	0	0	0	1
Ptiliidae	Ptiliidae sp.	0	4	0	9
Ptilodactilidae	Ptilodactilidae sp.1	0	0	0	1
Ptilodactilidae	Ptilodactilidae sp.2	0	0	0	1
Rhizophagidae	Rhizophagidae sp.	0	1	1	0
Scarabaeidae	<i>Aphodiinae</i> sp.1	0	0	1	6
Scarabaeidae	<i>Atenius picinus</i>	0	0	0	1
Scarabaeidae	<i>Dichotomius</i> sp.	0	5	0	2
Scarabaeidae	<i>Onthophagus</i> sp.	0	0	0	1
Silphidae	<i>Oxelytrum discicolle</i>	0	196	101	479
Staphylinidae	<i>Aleochara lata</i>	2	192	202	1192
Staphylinidae	<i>Aleochara</i> sp.1	2	6	4	26
Staphylinidae	<i>Aleochara</i> sp.2	0	0	0	1
Staphylinidae	<i>Anotylus</i> sp. 2	0	0	0	8
Staphylinidae	<i>Anotylus</i> sp.1	0	5	1	28
Staphylinidae	<i>Belonuchus</i> sp.	0	7	0	16
Staphylinidae	<i>Cilea</i> sp.	0	0	0	1
Staphylinidae	<i>Echiaster</i> sp.1	0	1	0	5
Staphylinidae	<i>Eulissus</i> sp.	0	0	0	1
Staphylinidae	<i>Heterotops</i> sp.	0	1	0	0
Staphylinidae	<i>Lepitacnus</i> sp.	0	0	0	2
Staphylinidae	<i>Lissohypnus</i> sp.	0	0	0	1
Staphylinidae	<i>Nacaeus</i> sp.	0	1	1	0
Staphylinidae	<i>Ocalea</i> sp.	24	69	82	351
Staphylinidae	<i>Oxypodini</i> sp.	0	0	1	1
Staphylinidae	<i>Philonthus</i> sp.1	0	0	1	3
Staphylinidae	<i>Philonthus</i> sp.2	0	1	0	4
Staphylinidae	<i>Philonthus</i> sp.3	0	2	7	49
Staphylinidae	<i>Philonthus</i> sp.4	0	7	31	69
Staphylinidae	<i>Philonthus</i> sp.5	0	0	0	1
Staphylinidae	<i>Philontina</i> sp	0	0	0	1
Staphylinidae	<i>Platydracus</i> sp.	0	0	0	1
Staphylinidae	<i>Quedius</i> sp.	0	1	1	3
Tenebrionidae	<i>Lagria vilosa</i>	0	0	0	4
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.1	0	1	0	0
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.2	0	0	0	1
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.3	0	0	0	1
Tenebrionidae	Tenebrionidae sp.4	0	0	0	1
Trogidae	<i>Polynoncus</i> sp.	0	1	0	1
Total		28	732	573	2680



**Tabela VIII. Espécies fitófagas excluídas das análises**

Família	Espécie	Fresca	Putrefação	Putrefação escura	Fermentação
Cerambycidae	<i>Aerenea posticalis</i>	0	0	1	0
Cerambycidae	<i>Hesychotypa subfasciata</i>	0	0	0	1
Chrysomelidae	Alticinae sp.1	0	0	0	5
Chrysomelidae	<i>Stolas</i> sp.	0	0	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.1	0	0	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.2	0	0	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.3	0	0	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.4	0	0	0	1
Chrysomelidae	Eumolpinae sp.5	0	0	0	1
Chrysomelidae	Galerucinae sp.	0	0	0	1
Curculionidae	Brachybamus sp.	0	1	0	0
Curculionidae	Baridini sp.1	0	0	0	1
Curculionidae	Baridini sp.2	0	0	0	1
Curculionidae	<i>Heilipus draco</i>	0	0	0	1
Lathridiidae	Lathridiidae sp.	1	0	0	0
Scarabaeidae	<i>Leucothyreus</i> sp.	1	0	2	1
Total		2	1	3	17

Rodriguez & Bass (1983), em cadáveres humanos, encontraram Histeridae na fase inchada e no começo da fase de apodrecimento, coincidindo com o pico populacional da família no presente estudo. Cleridae, Dermestidae e Scarabaeidae foram encontradas na maior parte na fase seca, também coincidindo com o encontrado.

Archer (2003) em experimento com leitões na Austrália, verificou que a semana em que os insetos colonizam o cadáver varia conforme ano e estação. *Anotylus* spp., *Aleochara brachialis*, *Creophilus erythrocephalus* (Staphylinidae), *Pseudomadus* sp. (Leioididae) e *Ptomaphila lacrymosa* (Schreibers, 1802) (Silphidae) colonizaram e partiram da carcaça mais rapidamente no segundo ano, sem nenhuma surpresa, tendo em vista a grande variação de temperatura durante o ano, que sabidamente altera a velocidade de decomposição. Houve diferença significativa na colonização quanto às estações, sendo mais lenta no inverno, seguida de outono, primavera e verão.

Apesar dos besouros não terem grande abundância na fase fresca, ao final da fase de putrefação os associados a carcaça já somaram 760 (Tab. VII). Este resultado foi diferente do encontrado por Carvalho *et al.* (2004), no qual os adultos de Histeridae só colonizaram a carcaça no décimo segundo dia, e os de Staphylinidae no décimo terceiro, quando a carcaça já estava no final da putrefação.

**Tabela IX. Espécies de Coleoptera encontradas associadas as fases de decomposição durante a primavera de 2005.**

Espécie	Fresca	Putrefação	Putrefação escura	Fermentação
<i>Aleochara lata</i>	2	167	169	586
<i>Aleochara</i> sp.1	2	6	2	8
<i>Anotylus</i> sp.1	0	5	1	14
<i>Anotylus</i> sp.2	0	0	0	1
Aphodiinae sp.1	0	0	0	5
<i>Belonuchus</i> sp.	0	7	0	8
Cantharidae sp.1	0	0	1	0
Carabidae sp.1	0	0	1	0
Carabidae sp.2	0	0	0	1
<i>Dermestes maculatus</i>	0	0	0	8
<i>Dichotomius</i> sp.	0	3	0	0
<i>Echiaster</i> sp.	0	1	0	0
Elateridae sp.1	0	0	0	3
Elateridae sp.3	0	0	0	1
Elateridae sp.4	0	0	0	1
<i>Euspilotus</i> "grupo Azureus" sp.	0	184	94	88
<i>Euspilotus</i> sp.	0	0	0	2
<i>Heterotops</i> sp.	0	1	0	0
<i>Hister</i> sp.	0	4	2	6
<i>Hydnobius</i> sp.	0	3	5	14
Hydrophilidae sp.3	0	8	8	0
Hydrophilidae sp.4	0	2	0	2
Lampyridae sp.	0	0	0	4
<i>Nacaeus</i> sp.	0	1	1	0
<i>Necrobia ruficollis</i>	0	0	0	6
<i>Necrobia rufipes</i>	0	0	1	10
Nitidulidae sp.2	0	0	0	1
<i>Ocalea</i> sp.	23	69	25	93
<i>Oxelytrum discicolle</i>	0	144	65	372
Oxypodini sp.	0	0	1	1
<i>Phelister</i> sp.	0	1	0	2
<i>Philonthus</i> sp.1	0	0	0	3
<i>Philonthus</i> sp.2	0	1	0	3
<i>Philonthus</i> sp.3	0	0	0	4
<i>Philonthus</i> sp.4	0	3	7	11
<i>Polynoncus</i> sp.	0	1	0	1
Ptiliidae sp.	0	4	0	0
<i>Quedius</i> sp.	0	1	1	0
Rhizophagidae	0	1	1	0
Tenebrionidae sp.1	0	1	0	0
Tenebrionidae sp.2	0	0	0	1
Tenebrionidae sp.3	0	0	0	1
Tenebrionidae sp.4	0	0	0	1
Total	29	619	386	1270

**Tabela X. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera na primavera 2005. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica.**

	F	P	P	PE	PE/FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE
<i>Aleochara lata</i>													
<i>Aleochara</i> sp.1													
<i>Anotylus</i> sp.1													
<i>Anotylus</i> sp.2													
Aphodiinae sp.1													
<i>Belonuchus</i> sp.													
Cantharidae sp.2													
Carabidae sp.1													
Carabidae sp.2													
Cassidinae sp.													
Cerambycidae sp.1													
Curculionidae sp.2													
<i>Dermestes maculatus</i>													
<i>Dichotomius</i> sp.													
<i>Echiaster</i> sp.													
Elateridae sp.1													
Elateridae sp.3													
Elateridae sp.4													
Eumolpinae sp.1													
Eumolpinae sp.2													
Eumolpinae sp.3													
Eumolpinae sp.4													
Eumolpinae sp.5													
<i>Euspilotus</i> grupo azureus sp.													
<i>Euspilotus</i> sp.													
Galerucinae sp.													
<i>Heterotops</i> sp.													
<i>Hister</i> sp.													
<i>Hydnobius</i> sp.													
Hydrophilidae sp.3													
Hydrophilidae sp.4													
Lampyridae sp.													
Lathridiidae sp.													
<i>Leucotyreus</i> sp.													
<i>Nacaeus</i> sp.													
<i>Necrobia ruficollis</i>													
<i>Necrobia rufipes</i>													
Nitidulidae sp.2													
<i>Ocalea</i> sp.1													
<i>Oxelytrum discicolle</i>													
Oxypodini sp													
<i>Phelister</i> sp.													
<i>Philonthus</i> sp.1													
<i>Philonthus</i> sp.2													
<i>Philonthus</i> sp.3													
<i>Philonthus</i> sp.4													
<i>Polynoncus</i> sp.													
Ptiliidae sp.													
<i>Quedius</i> sp.													
Rhizophagidae sp.													
Tenebrionidae sp.1													
Tenebrionidae sp.2													
Tenebrionidae sp.3													
Tenebrionidae sp.4													

**Tabela XI. Espécies de Coleoptera encontradas associadas as fases de decomposição durante o verão de 2005-2006.**

Espécie	Fresca	Putrefação	Putrefação	
			escura	Fermentação
<i>Aleochara lata</i>	0	12	16	404
<i>Aleochara</i> sp.1	0	0	0	13
<i>Anotylus</i> sp.1	0	0	0	10
<i>Anotylus</i> sp.2	0	0	0	5
<i>Aphodiinae</i> sp.1	0	0	1	1
<i>Aterius picinus</i>	0	0	0	1
<i>Belonuchus</i> sp.	0	0	0	8
<i>Carabidae</i> sp.3	0	0	0	1
<i>Cilea</i> sp.	0	0	0	1
<i>Coccinellidae</i> sp.1	0	0	0	2
<i>Coccinellidae</i> sp.2	0	0	0	2
<i>Dermestes maculatus</i>	0	0	0	3
<i>Dichotomius</i> sp.	0	2	0	2
<i>Echiaster</i> sp.	0	0	0	5
<i>Elateridae</i> sp.1	0	0	2	2
<i>Elateridae</i> sp.2	0	0	0	3
<i>Elateridae</i> sp.5	0	0	0	1
<i>Elateridae</i> sp.6	0	0	0	1
<i>Eulissus</i> sp.	0	0	0	1
<i>Euspilotus</i> "grupo" azureus sp.	0	19	10	46
<i>Euspilotus</i> sp.	0	0	0	1
<i>Hister</i> sp.	0	0	0	13
<i>Hydnobius</i> sp.	0	0	0	5
<i>Hydrophilidae</i> sp.3	0	0	0	3
<i>Lampyridae</i> sp.	0	0	0	1
<i>Lepitacnus</i> sp.	0	0	0	2
<i>Lissohynus</i> sp.	0	0	0	1
<i>Necrobia ruficollis</i>	0	0	0	1
<i>Necrobia rufipes</i>	0	0	0	5
<i>Nitidulidae</i> sp.1	0	0	0	1
<i>Nitidulidae</i> sp.3	0	0	0	1
<i>Ocalea</i> sp.1	0	0	4	117
<i>Onthophagus</i> sp.	0	0	0	1
<i>Oxelytrum discicolle</i>	0	1	12	83
<i>Phelister</i> sp.	0	0	0	1
<i>Philonthina</i> sp.	0	0	0	1
<i>Philonthus</i> sp.1	0	0	1	0
<i>Philonthus</i> sp.2	0	0	0	1
<i>Philonthus</i> sp.3	0	2	3	42
<i>Philonthus</i> sp.4	0	4	13	43
<i>Ptilidae</i> sp.	0	0	0	9
<i>Tryptherus</i> sp.	0	0	0	21
Total	0	40	62	865

**Tabela XII. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera no verão 2005-2006. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica.**

	F/P/PE	PE/FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE
<i>Aleochara lata</i>														
<i>Aleochara</i> sp.1														
Alticinae sp.1														
<i>Anotylus</i> sp.1														
<i>Anotylus</i> sp.2														
Aphodiinae sp.1														
<i>Atenius picinus</i>														
<i>Belonuchus</i> sp.														
Carabidae sp.3														
<i>Cilea</i> sp.														
Coccinellidae sp.1														
Coccinellidae sp.2														
Coccinellidae sp.3														
Curculionidae sp.3														
<i>Dermestes maculatus</i>														
<i>Dichotomius</i> sp.														
<i>Echiaster</i> sp.														
Elateridae sp.1														
Elateridae sp.2														
Elateridae sp.5														
Elateridae sp.6														
<i>Eulissus</i> sp.														
<i>Euspilotus</i> "grupo" azureus														
<i>Euspilotus</i> sp.														
<i>Hister</i> sp.														
<i>Hydnobius</i> sp.														
Hydrophilidae sp.3														
Lampyridae sp.														
<i>Lepitacnus</i> sp.														
<i>Leucotyreus</i> sp.														
<i>Lissohynus</i> sp.														
<i>Necrobia ruficollis</i>														
<i>Necrobia rufipes</i>														
Nitidulidae sp.1														
Nitidulidae sp.3														
<i>Ocalea</i> sp.1														
<i>Onthophagus</i> sp														
<i>Oxelytrum discicolle</i>														
<i>Phelister</i> sp.														
<i>Philonthus</i> sp.1														
<i>Philonthus</i> sp.2														
<i>Philonthus</i> sp.3														
<i>Philonthus</i> sp.4														
Philontina sp.														
Ptiliidae sp.														
<i>Tryptherus</i> sp.														

**Tabela XIII. Espécies de Coleoptera associadas as fases de decomposição, encontradas durante o outono de 2006.**

Espécies	Fresca	Putrefação	Putrefação	
			Escura	Fermentação
<i>Aleochara lata</i>	0	7	7	147
<i>Aleochara</i> sp.1	0	0	0	5
<i>Aleochara</i> sp.2	0	0	0	1
<i>Anotylus</i> sp.2	0	0	0	1
<i>Dermestes maculatus</i>	0	0	0	11
<i>Eupilotus</i> sp.	0	0	0	1
<i>Euspilotus</i> grupo "azureus" sp.	0	9	9	13
<i>Hister</i> sp.	0	0	2	0
<i>Lagria vilosa</i>	0	0	0	4
<i>Necrobia ruficollis</i>	0	0	0	3
<i>Necrobia rufipes</i>	0	0	1	94
<i>Ocalea</i> sp.1	0	0	0	42
<i>Oxelytrum discicolle</i>	0	51	21	10
Phengodidae sp.1	0	0	0	1
Phengodidae sp.2	0	0	0	1
<i>Philonthus</i> sp.3	0	0	2	3
<i>Philonthus</i> sp.4	0	0	9	7
<i>Philonthus</i> sp.5	0	0	0	1
Ptilodactilidae sp.1	0	0	0	1
Ptilodactilidae sp.2	0	0	0	1
<i>Quedius</i> sp.	0	0	0	3
<i>Tryptherus</i> sp.	0	1	1	3
Total	0	68	52	353

**Tabela XIV. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera no outono 2006. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica.**

	F/P/PE	PE/FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE
<i>Aleochara lata</i>														
<i>Aleochara</i> sp.1														
<i>Aleochara</i> sp.2														
Alticinae sp.1														
<i>Anotylus</i> sp.2														
Curculionidae sp.4														
Curculionidae sp.5														
<i>Dermestes maculatus</i>														
<i>Euspilotus</i> "grupo" azureus														
<i>Euspilotus</i> sp.														
<i>Hister</i> sp.														
<i>Lagria vilosa</i>														
<i>Leucotyreus</i> sp.														
<i>Necrobis ruficollis</i>														
<i>Necrobis rufipes</i>														
<i>Ocalea</i> sp.1														
<i>Oxelytrum discicolle</i>														
Phengodidae sp.1														
Phengodidae sp.2														
<i>Philonthus</i> sp.3														
<i>Philonthus</i> sp.4														
<i>Philonthus</i> sp.5														
Ptilodactilidae sp.1														
Ptilodactilidae sp.2														
<i>Quedius</i> sp.														
<i>Trypherus</i> sp.														

**Tabela XV. Espécies de Coleoptera encontradas associadas as fases de decomposição durante o inverno de 2006.**

Espécie	Fresca	Putrefação	Putrefação	
			escura	Fermentação
<i>Aleochara lata</i>	0	6	10	55
<i>Aleochara</i> sp.1	0	0	2	0
<i>Anotylus</i> sp.1	0	0	0	4
<i>Anotylus</i> sp.2	0	0	0	1
<i>Carabidae</i> sp.2	0	0	0	1
<i>Carabidae</i> sp.4	0	0	0	1
<i>Carpophilus</i> sp.	0	0	0	1
<i>Coccinellidae</i> sp.4	0	0	0	1
<i>Euspilotus</i> grupo "azureus"	0	0	1	5
<i>Hydrophilidae</i> sp.3	0	0	0	1
<i>Necrobia ruficollis</i>	0	0	1	1
<i>Necrobia rufipes</i>	0	0	0	7
<i>Ocalea</i> sp.1	1		53	99
<i>Oxelytrum discicolle</i>	0	0	3	14
<i>Philonthus</i> sp.3	0	0	2	0
<i>Philonthus</i> sp.4	0	0	2	8
<i>Platydracus</i> sp.	0	0	0	1
Total	1	6	74	200

**Tabela XVI. Ocorrência semanal das espécies de Coleoptera no inverno 2006. Cores mais escuras indicam maior abundância. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica.**

	F/P	P/PE	PE	PE	PE/FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE	FE
<i>Aleochara lata</i>														
<i>Aleochara</i> sp.1														
<i>Anotylus</i> sp.1														
<i>Anotylus</i> sp.2														
<i>Carabidae</i> sp.2														
<i>Carabidae</i> sp.4														
<i>Carpophilus</i> sp.														
<i>Cerambycidae</i> sp.2														
<i>Coccinellidae</i> sp.4														
<i>Euspilotus</i> "grupo" azureus														
<i>Hydrophilidae</i> sp.3														
<i>Necrobia ruficollis</i>														
<i>Necrobia rufipes</i>														
<i>Ocalea</i> sp.1														
<i>Oxelytrum discicolle</i>														
<i>Philonthus</i> sp.3														
<i>Philonthus</i> sp.4														
<i>Platydracus</i> sp.														



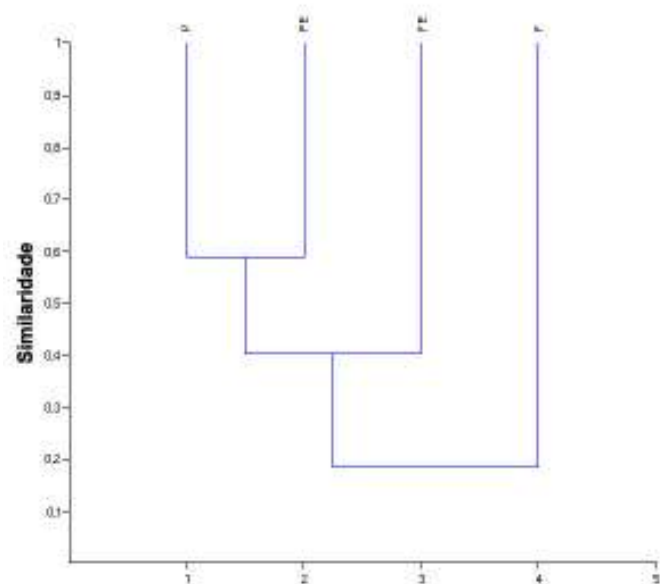


Figura 12. Análise de agrupamento das fases de decomposição pela similaridade utilizando-se a abundância de Coleoptera por Dice. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica.

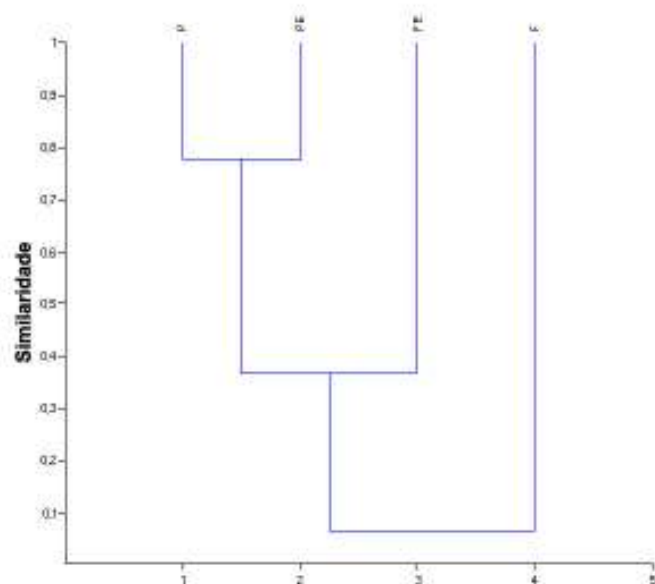


Figura 13. Análise de agrupamento das fases de decomposição pela similaridade utilizando a abundância de Coleoptera por Bray-Curtis. F= Fresca, P= Putrefação, PE= Putrefação escura e FE= Fermentação butírica.

Nota-se ao comparar Dice (Fig. 12) com Bray-Curtis (Fig. 13), que apesar de Bray-Curtis apresentar uma similaridade muito maior entre as fases de Putrefação e Putrefação Escura, a similaridade da fase Fresca e da fase Fermentação com o primeiro grupo são menores que por Dice. As espécies presentes dão uma similaridade maior para as fases, contudo quando se avalia a abundância destas espécies, há uma similaridade muito maior entre Putrefação e Putrefação escura, ou seja estas fases têm uma fauna associada parecida.

A análise de agrupamento da abundância de todas as espécies de Coleoptera provou ser pouco informativa, por ocorrerem muitas espécies raras (Fig. 14). Já ao selecionarmos apenas as espécies com abundância acima de 10 (Fig. 15), vemos que há um agrupamento formado pelas espécies 28, 58, 59, respectivamente *Dermestes maculatus*, *Necrobia rufipes* e *Necrobia ruficollis*, espécies com grande abundância na fermentação butírica, conhecidamente relacionadas com estágios avançados de decomposição (Kulshrestha & Satpathy 2001, Schroeder *et al.* 2002). Outro agrupamento formado foi o das espécies 1 (*Aleochara lata*), 43 (*Euspilotus* grupo *azureus* sp.), 63 (*Ocalea* sp.1) e 65 (*Oxelytrum discicolle*), as quatro espécies mais abundantes ficaram juntas por ocorrerem em grande número ao longo das fases de decomposição. Dentro deste agrupamento, a 43 e 65 se uniram por não ocorrerem na fase fresca, ao contrário das outras duas espécies.

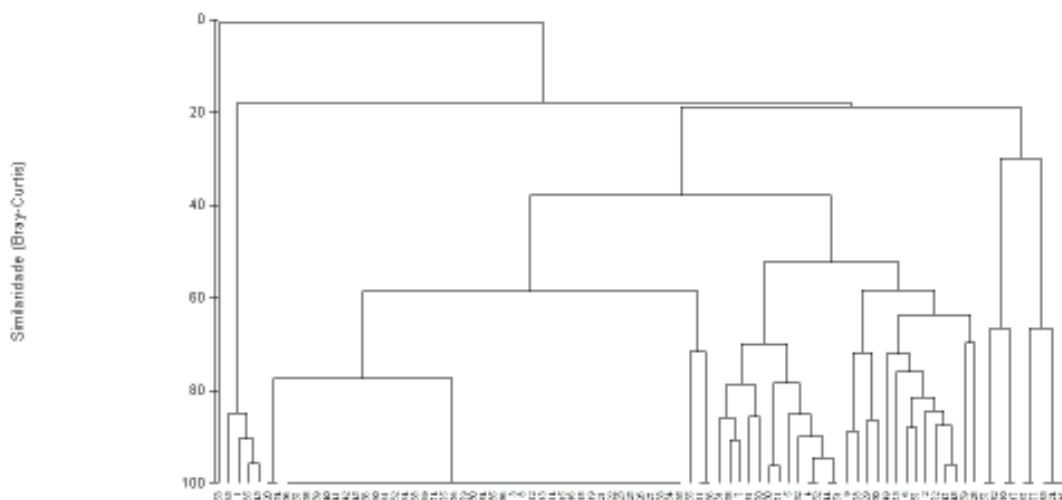


Figura 14. Análise de agrupamento por Bray-Curtis pela similaridade da abundância das espécies de Coleoptera capturadas em 2005-2006. A numeração corresponde as espécies ordenadas em ordem alfabética. F=fresca, P=putrefação, PE=putrefação escura e FE=fermentação.

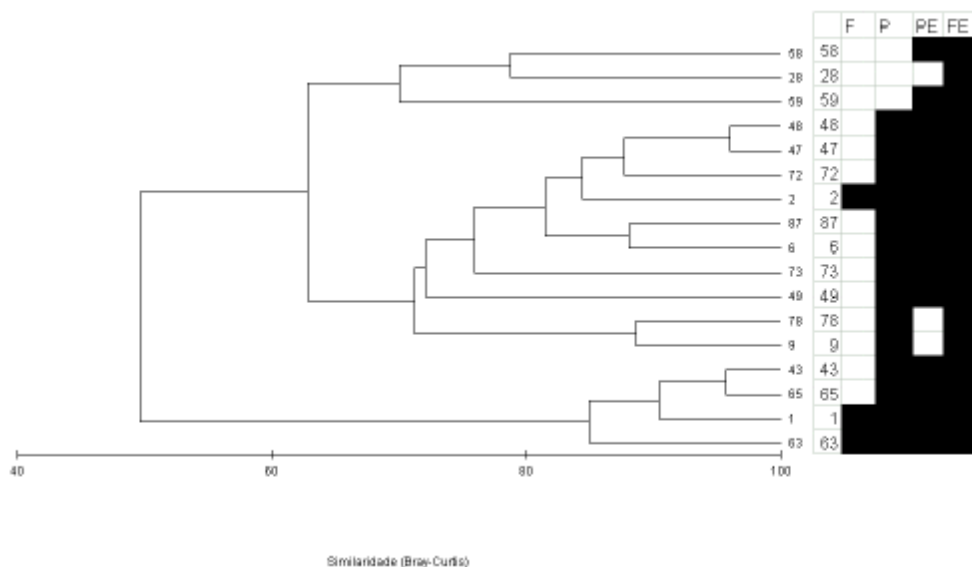


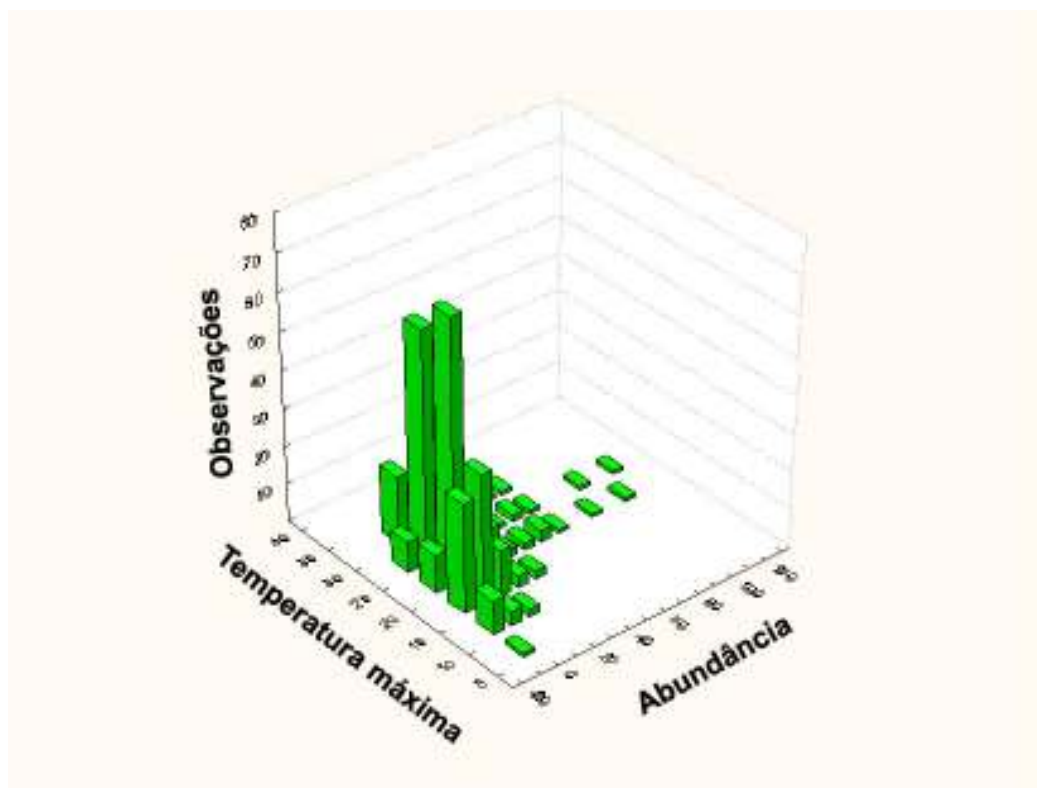
Figura 15. Análise de agrupamento das espécies com abundância acima de 10 por Bray-Curtis pela similaridade, com as fases de decomposição a que estão associadas. A numeração corresponde à ordem alfabética das espécies. F=fresca, P=putrefação, PE=putrefação escura e FE=fermentação.

#### 4.6. Fatores Abióticos

Os fatores abióticos estão mostrados na Tabela XVII e Figs. 16-20. A umidade relativa foi maior na primavera (Tab. XVII), o que explicaria em parte a maior abundância na estação.

**Tabela XVII. Média dos fatores abióticos analisados, relacionados às estações do ano de 2005-2006.**

	Temperatura Mínima (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Média (°C)	Umidade Relativa (%)	Precipitação (mm)
Primavera	14,19	23,53	17,94	81,03	3,28
Verão	17,58	28,25	21,7	77,63	3,92
Outono	12,56	22,14	16,5	80,17	1,22
Inverno	10,78	21,86	15,76	74,16	2,14
Anual	13,73	23,9	17,93	78,23	2,62



**Figura 16. Histograma da relação da temperatura máxima (°C) com a abundância, com os respectivos números de observações.**

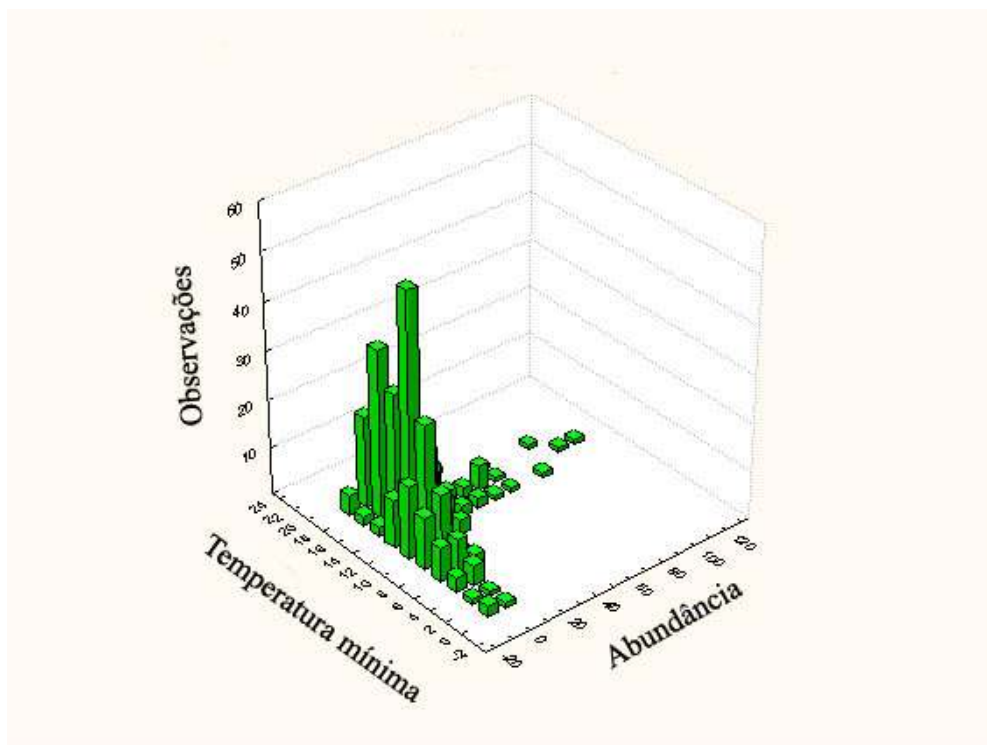


Figura 17. Histograma da relação da temperatura mínima (°C) com a abundância, com os respectivos números de observações.

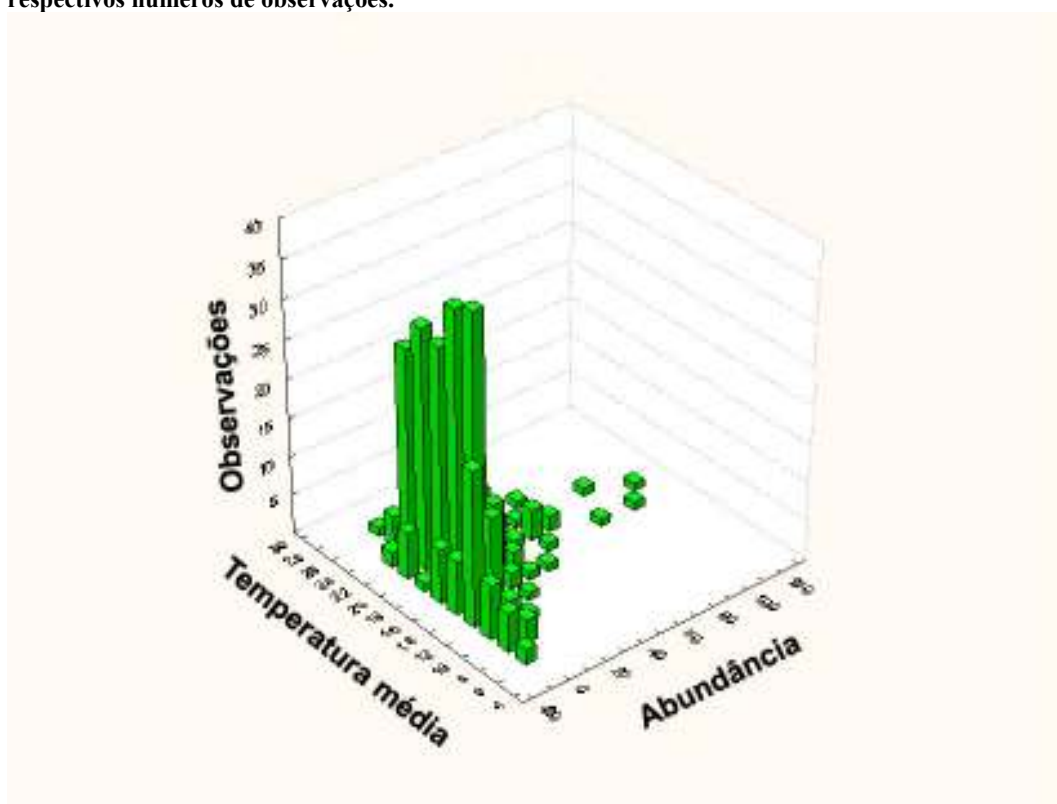


Figura 18. Histograma da relação da temperatura média (°C) com a abundância, com os respectivos números de observações.

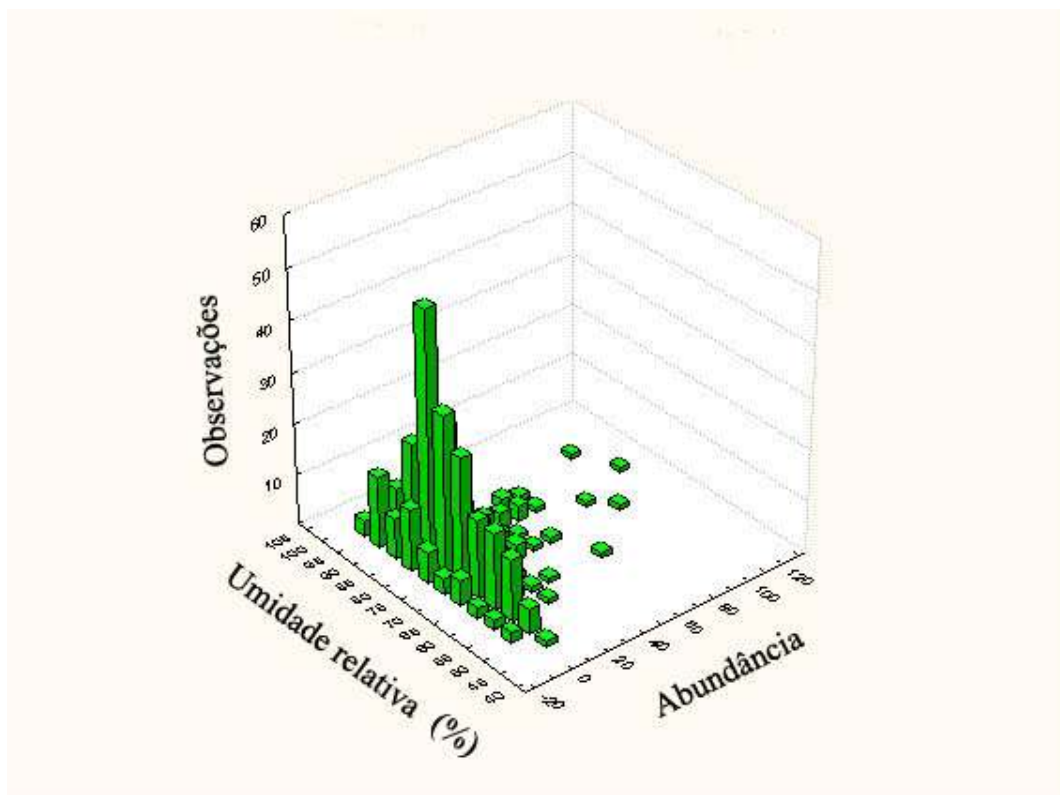


Figura 19. Histograma da relação da umidade relativa (%) com a abundância, com os respectivos números de observações.

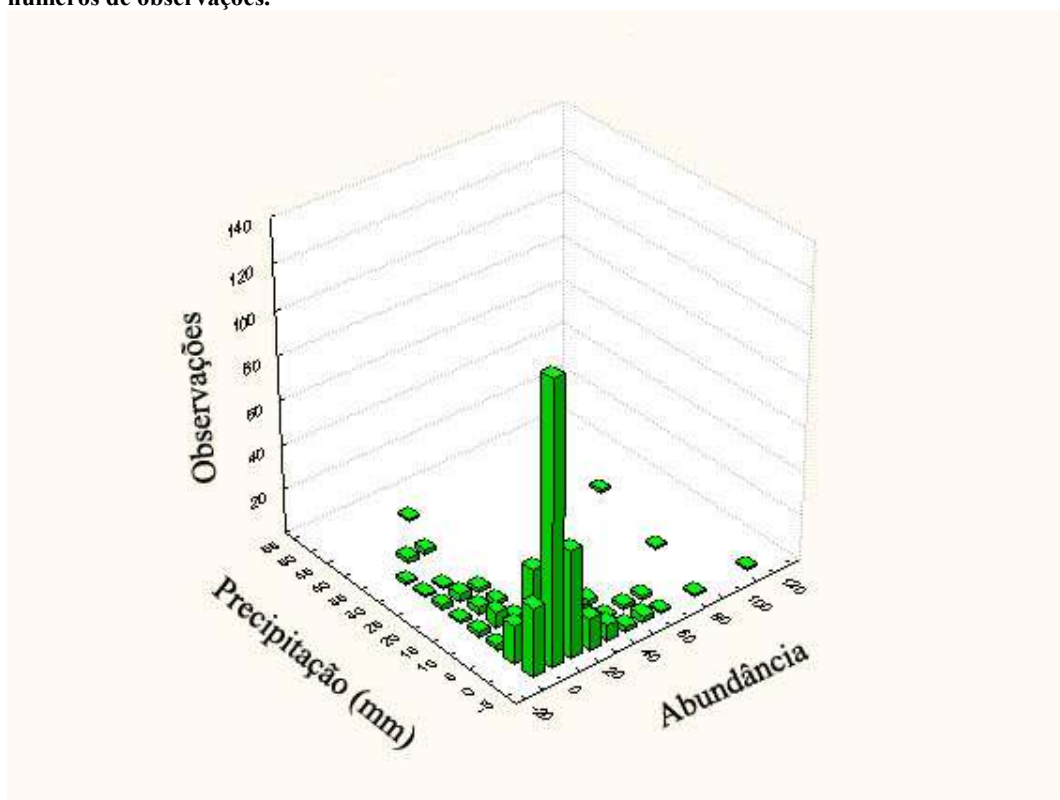


Figura 20. Histograma da relação da precipitação (mm) com a abundância, com os respectivos números de observações.

**Tabela XVIII. Correlação dos besouros e das quatro espécies mais abundantes com as variáveis abióticas. Os valores significativos estão marcados em vermelho.**

	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima	Temperatura média	Umidade Relativa	Precipitação
Coleoptera	0,25	0,26	0,25	0,06	0,09
<i>Aleochara lata</i>	0,29	0,26	0,29	0,02	-0,03
<i>Ocalea sp.1</i>	0,03	0,01	0,02	0,06	0,07
<i>Oxelytrum discicolle</i>	0,04	0,17	0,1	0,19	0,18
<i>Euspilotus "grupo azureus" sp.</i>	0,13	0,12	0,12	0,04	0,02

Os valores da correlação foram significativos para as temperaturas, porém marginalmente, explicariam pouco do modelo (Tab. XVIII). Portanto, os fatores abióticos têm pouca influência sobre a abundância de Coleoptera. Em estudo Mann *et al.* (1990) atribui grande importância à temperatura na taxa de decomposição do corpo, mas cita que moscas podem continuar a visitar o cadáver a temperaturas de 6°C, e somente a 0°C morreriam. Os insetos não teriam grande correlação com a temperatura por poderem desenvolver estratégias comportamentais de modo a evitar condições adversas. O mesmo autor diz que aparentemente há uma correlação entre umidade e atividade dos insetos e que a precipitação parece ter pouco efeito na atividade larval, porém têm grande efeito na atividade de moscas. Ao menos quanto a abundância de besouros, estes dois fatores não apresentam grande influência.

#### 4.7. Sazonalidade

Dentro de uma mesma estação, houve grande variação na abundância de besouros, com vários valores extremos, e um alto desvio padrão, o que torna difícil separar as estações (Fig. 21).

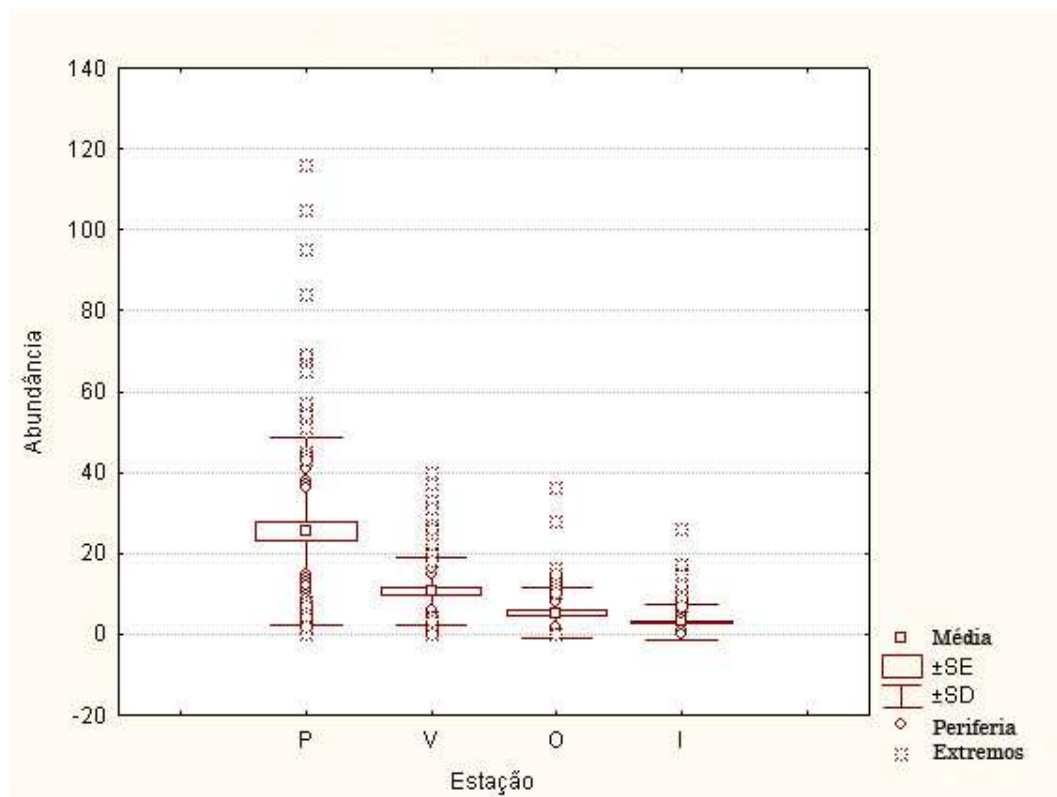


Figura 21. Comparação das médias de abundância por estação, P=primavera, V=verão, O=outono e I=inverno.

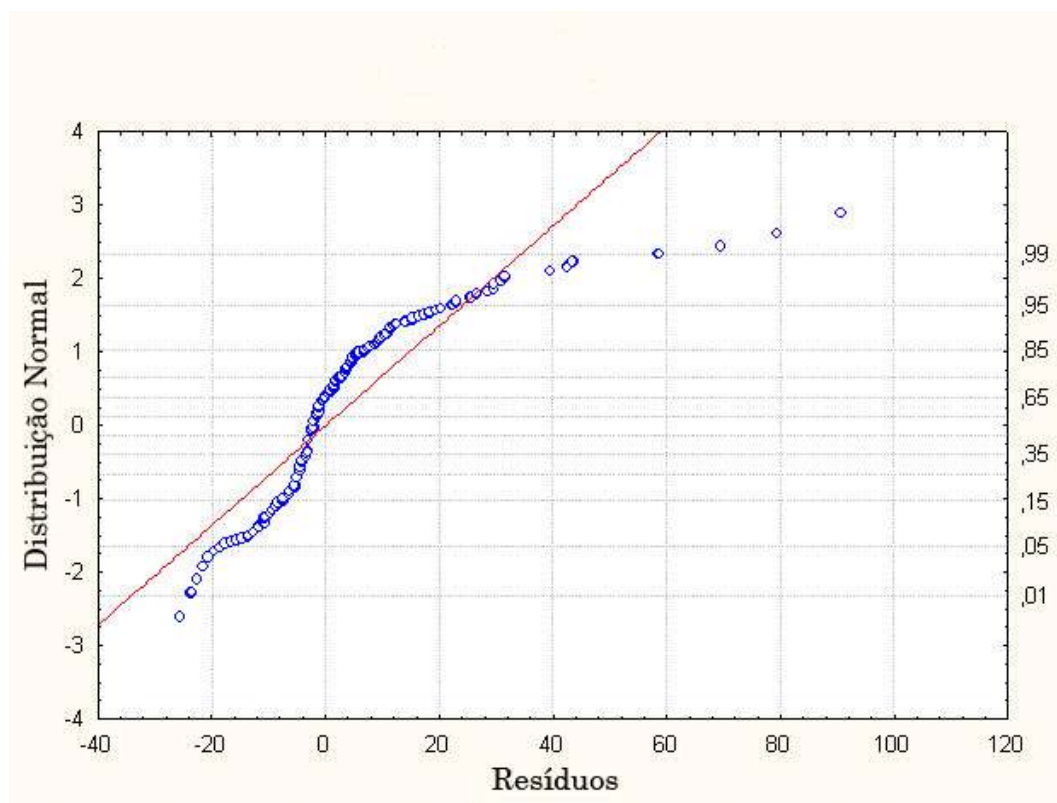
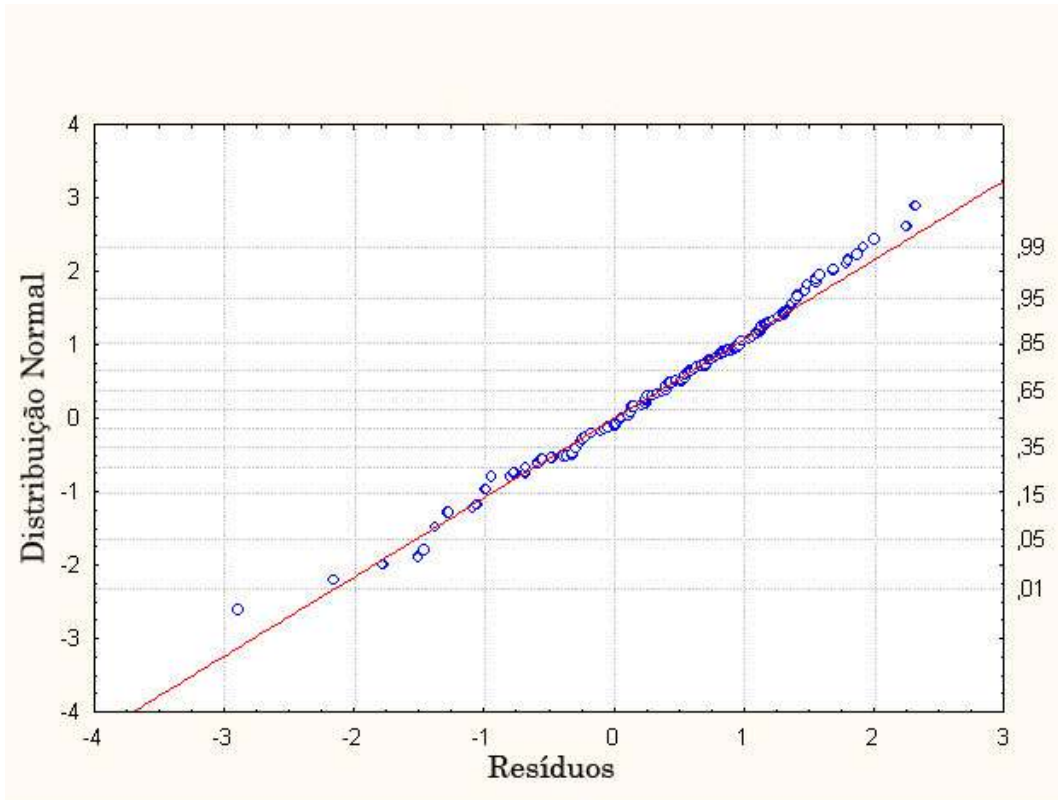


Figura 22. Plotagem P dos resíduos da variação sazonal da abundância de Coleoptera.



Na Figura 22, pode-se ver que os pontos diferem da distribuição normal, portanto os dados de abundância foram transformados por  $\log(x+1)$ , se ajustando então à distribuição normal (Fig. 23).

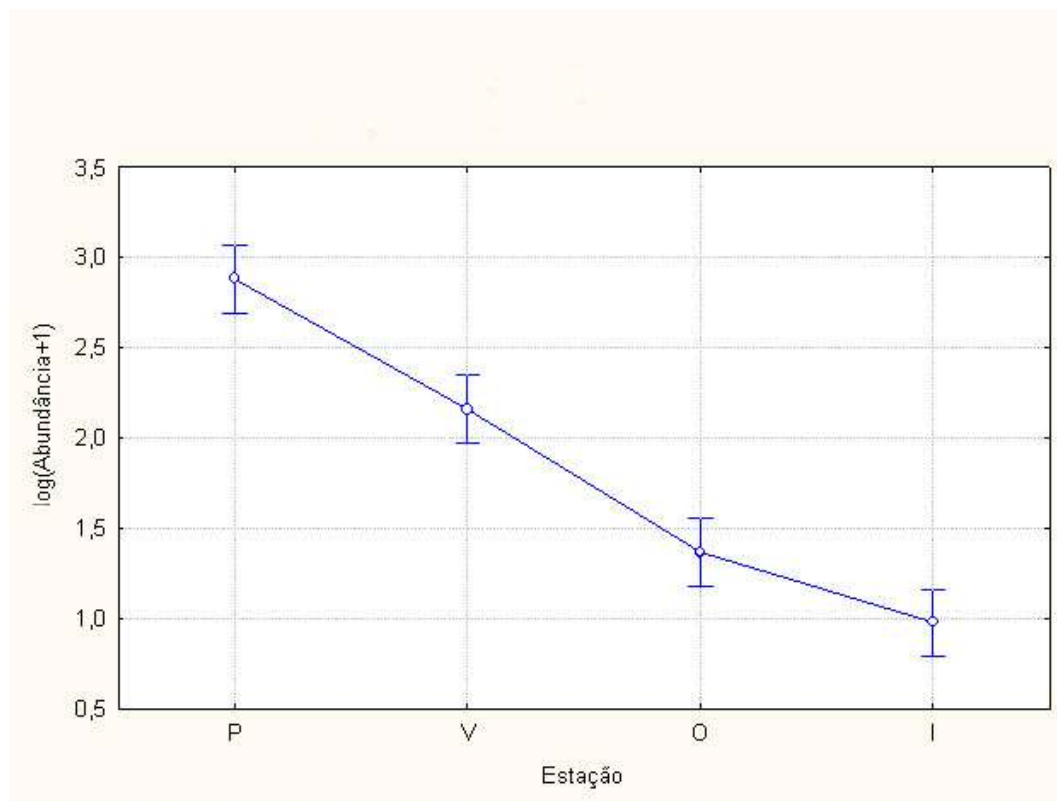


**Figura 23.** Plotagem P dos resíduos da variação sazonal da abundância de Coleoptera transformada por  $\log(x+1)$ .

**Tabela XIX.** Análise de variância dos valores de abundância transformados por  $\log(x+1)$  por estação do ano.

	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	p
<b>Estação</b>	197,651	3	65,884	78,368	0,00

Quando a abundância foi transformada por  $\log(x+1)$ , houve diferença significativa entre as estações (Tab. XIX), observamos pelo gráfico de média do quadrado mínimo (Fig. 24), que as estações diferem entre si.



**Figura 24.** Teste a posteriori de média do quadrado mínimo da abundância transformada por  $\log(x+1)$  nas estações. P= primavera, V= verão, O= outono e I= inverno.

**Tabela XX.** Teste a posteriori Fisher LSD da abundância de Coleoptera transformada por  $\log(x+1)$  nas estações do ano.

	Estação	{1}	{2}	{3}	{4}
1	Primavera		0,000000	0,000000	0,000000
2	Verão	0,000000		0,000000	0,000000
3	Outono	0,000000	0,000000		0,003993
4	Inverno	0,000000	0,000000	0,003993	

O teste a posteriori Fisher LSD, mostra diferença entre as estações com valores baixos, ou seja, há variação sazonal para as espécies de Coleoptera associadas à carcaça.

Isso é corroborado por Archer & Elgar (2003), que em estudo sobre a atividade anual de insetos com variação sazonal associados a carcaça em Victoria (Austrália), relataram que *Saprinus* sp. (Histeridae) só não ocorre no inverno, *Catoposchema tasmaniae* Jeannel, 1936 (Leiodidae) ocorre do final do outono ao meio da primavera e *Omorgus* sp. (Trogidae) só não ocorre no outono até final do inverno.

Kocárek (2003) em estudo da fauna de Coleoptera na República Tcheca, cita que a maior diversidade ocorre na primavera (118 espécies), seguida pelo verão (106 espécies e outono (74 espécies).

#### 4.8. Análise das Fases de Decomposição:

Comparando-se médias de abundância das fases de decomposição, constata-se que na fase de putrefação ocorre um aumento, com um posterior decréscimo no decorrer da decomposição. Nota-se que a fase de fermentação possui uma grande variação na abundância de besouros, com vários valores extremos, provavelmente devido a sua longa duração (Fig. 25).

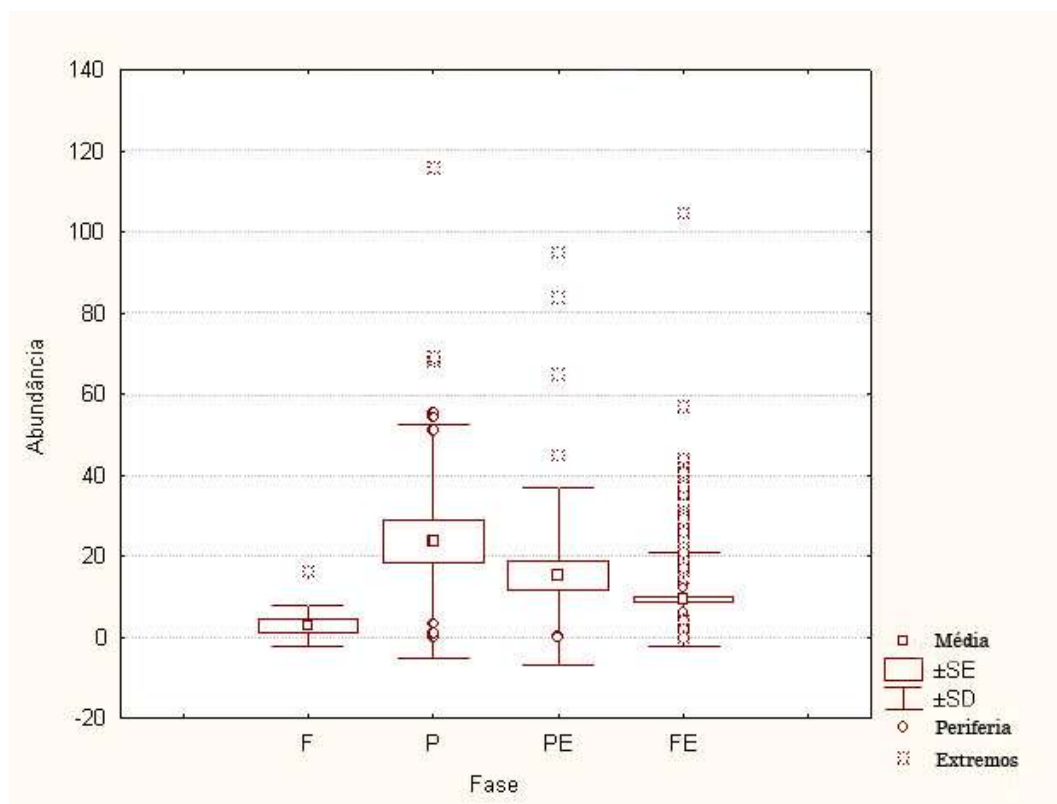


Figura 25. Comparação das médias de abundância por fase de decomposição, F=fresca, P=putrefação, PE=putrefação escura e FE=fermentação.

Como a abundância de Coleoptera não pode ser analisada por ANOVA por não se ajustarem a uma distribuição normal (Fig. 26), analisou-se as quatro espécies mais abundantes, que juntas representavam 83,9% dos besouros (retirando-se pit-fall e fitófagos). *Aleochara lata* é mais abundante nas fases de putrefação escura e fermentação butírica, enquanto que *Euspilotus* “grupo” azureus sp. o é na fase de putrefação e *Ocalea* sp.1 o é na fase fresca (Fig. 27).

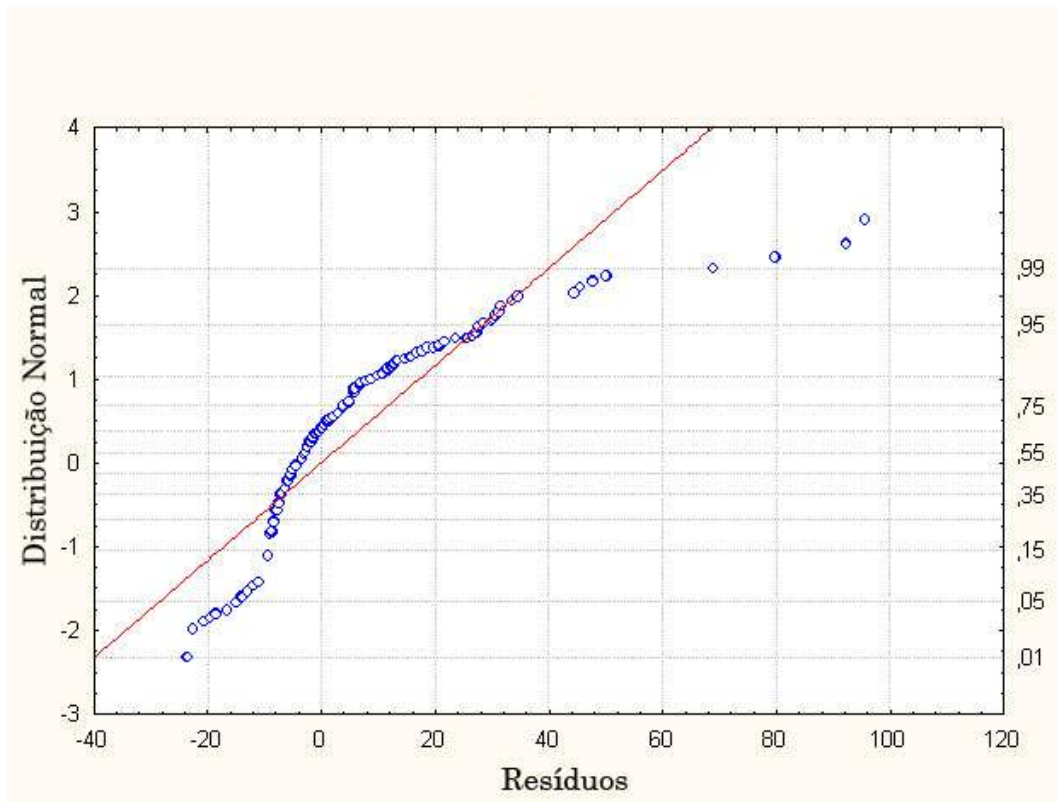


Figura 26. Plotagem P dos resíduos da abundância de Coleoptera por fase de decomposição

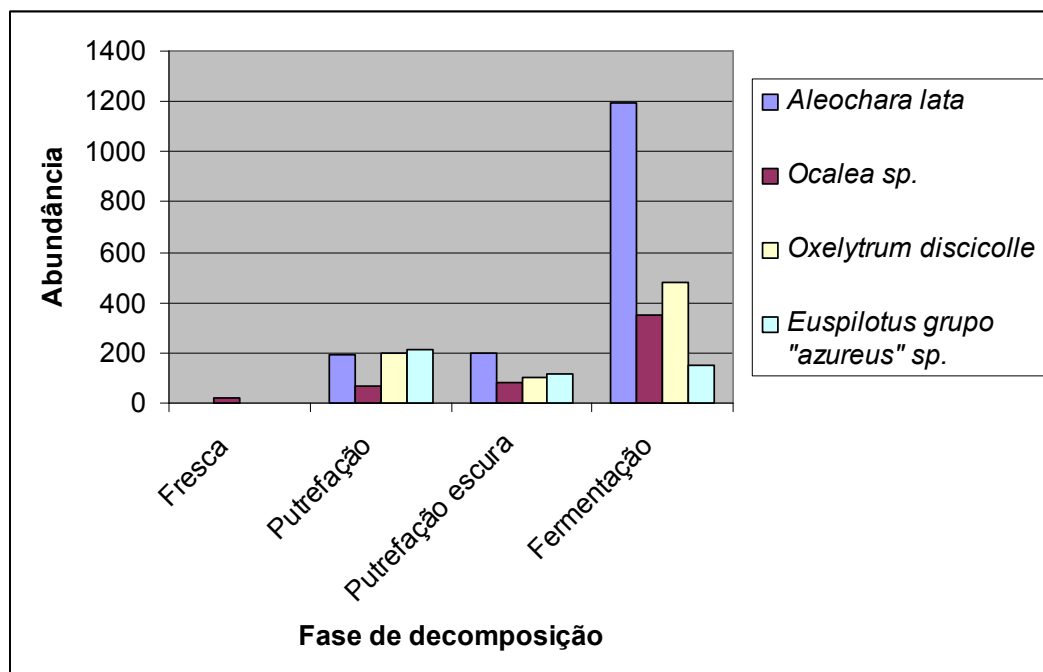


Figura 27. Número de indivíduos das 4 espécies mais abundantes e a fase de decomposição onde foram encontradas.

No teste de homogeneidade, nenhuma das espécies pode ser analisada por ANOVA (Tab. XXI)

**Tabela XXI. Teste de homogeneidade das quatro espécies mais abundantes por fase de decomposição.**

Espécie		Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	F	P
<i>Aleochara lata</i>	Abundância	9249,153	364	25,40976	8,330044	0,000023
	Abundância (log)	109,6252	364	0,301168	7,659345	0,000056
<i>Ocalea</i> sp.1	Abundância	1340,762	364	3,683412	7,762844	0,000049
	Abundância (log)	51,73518	364	0,14213	5,856607	0,000648
<i>Oxelytrum discicolle</i>	Abundância	4116,402	364	11,30880	22,39702	0,000000
	Abundância (log)	75,86707	364	0,208426	24,04167	0,000000
<i>Euspilotes</i> "grupo azureus" sp.	Abundância	3503,581	364	9,625223	56,41297	0,000000
	Abundância (log)	58,68591	364	0,161225	57,67344	0,000000

Como não obedeceu ao critério da homogeneidade das variâncias, utilizou-se testes não-paramétricos (Tabela XXII-XXV). Dentre as espécies mais abundantes, apenas *Ocalea* sp.1 teve uma diferença significativa entre as estações (Tab. XXIII).

*Euspilotes* "grupo" azureus sp. foi o que obteve menor probabilidade de rejeitar a hipótese nula, de que as estações diferem significativamente, com semelhança significativa entre putrefação x fermentação com os dados corrigidos. *Aleochara lata* apresentou semelhança significativa entre fresca x putrefação e fresca x fermentação (Tab. XXII). *Oxelytrum discicolle* apresentou semelhança significativa entre fresca x putrefação escura. O único padrão geral observado é que fresca x putrefação apresenta um valor significativo ou próximo à margem de significância. Isso representa a semelhança entre as fases iniciais de decomposição, onde há a colonização do cadáver, havendo diferenças na associação entre as fases para cada espécie, provavelmente devido a diferenças biológicas e comportamentais.

A não diferenciação pela abundância entre as fases de decomposição na maioria das espécies corrobora a idéia do processo de sucessão em carcaças ser contínua, sem clara diferenciação entre as fases, como apontado por Moura *et al.* (2005).

**Tabela XXII. Kruskal-Wallis da abundância de *Aleochara lata* por fase de decomposição. H=13,14; Hc=13,77; p= 0,004343 corrigido\ não corrigido.**

	Fresca	Putrefação	Putrefação escura	Fermentação
Fresca		0,007803	0,01501	0,0003982
Putrefação	0,04682		0,5148	0,8944

Putrefação escura	0,09007	3,089		0,2442
Fermentação	0,002389	5,366	1,465	

**Tabela XXIII. Kruskal-Wallis da abundância de *Ocalea* sp.1 por fase de decomposição. H=4,16; Hc=4,974; p=0,2446 corrigido\não corrigido.**

	Fresca	Putrefação	Putrefação escura	Fermentação
Fresca		0,9883	0,5981	0,6877
Putrefação	5,93		0,4114	0,5944
Putrefação escura	3,589	0,2469		0,04371
Fermentação	4,126	3,567	0,2623	

**Tabela XXIV. Kruskal-Wallis da abundância de *Oxelytrum discicollae* por fase de decomposição. H=15,1; Hc=19,2; p= 0,001731 corrigido\não corrigido.**

	Fresca	Putrefação	Putrefação escura	Fermentação
Fresca		0,01231	0,003885	0,03019
Putrefação	0,07386		0,4804	0,02261
Putrefação escura	0,02331	2,882		0,0189
Fermentação	0,1812	0,1356	0,1134	

**Tabela XXV. Kruskal-Wallis da abundância de *Euspilota* “grupo” azureus sp. por fase de decomposição. H=19,45, Hc=34,54, p=0,0002204 corrigido\não corrigido.**

	Fresca	Putrefação	Putrefação escura	Fermentação
Fresca		0,01231	0,03602	0,2661
Putrefação	0,07386		0,1767	0,0003458
Putrefação escura	0,2161	1,06		0,01138
Fermentação	1,596	0,002075	0,06831	

#### 4.9. Chave de Identificação para Famílias de Coleoptera de Importância Forense

As únicas chaves existentes para Coleoptera estão contidas em livros texto de entomologia, que além de não serem voltadas para as famílias de interesse forense, não distinguem gênero ou espécie. As poucas chaves que contemplam espécies de interesse forense, são as de Kingsolver (1991), Dermestidae, Smith (1986) a nível de família, Navarrette-Heredia *et al.* (2002), gêneros de Staphylinidae, Mazur (2001), Histeridae, porém nenhuma delas para espécies brasileiras.

Foram utilizadas espécies citadas pelos autores na região Neotropical, independentemente das espécies que ocorreram neste trabalho.

1. Sutura notopleural distinta, metatrocâter muito grande, primeiro esternito abdominal dividido pela metacoxa (Fig. 22) .....(Adephaga) Carabidae
- 1'. Sem sutura notopleural, primeiro esternito abdominal inteiro (Fig. 23) ..(Polyphaga) 2
2. Antena lamelada (Fig. 24).....3

2 <sup>o</sup> . Antena não lamelada.....	4
3. Clípeo muito grande, cobrindo o labro em vista dorsal, mandíbulas normalmente escondidas de cima, procoxa transversa e medialmente proeminente, abdômen com 5 ou 6 segmentos visíveis .....	Scarabaeidae
3 <sup>o</sup> . Cabeça voltada para baixo, quase hipognata, labro distinto e voltado para baixo, mandíbula proeminente não coberta pelo clípeo, élitro frequentemente com tubérculos (Fig. 25), abdômen com 5 segmentos visíveis.....	Trogidae
4. Cabeça prognata, élitro normalmente muito curto e truncado, expondo mais de 3 tergitos abdominais (Fig. 26). Antena filiforme ou moniliforme, ocasionalmente fracamente clavada (Fig. 27), fórmula tarsal variável, 3-3-3 a 5-5-5, abdômen normalmente capaz de se flexionar.....	Staphylinidae
4 <sup>o</sup> . Sem a combinação de caracteres acima.....	5
5. Antena com clava compacta, élitro frequentemente curto e truncado ou inteiro..	6
5 <sup>o</sup> . Sem a combinação de caracteres acima.....	7
6. Antena com 11 artículos (raramente com 10), com clava compacta de 3 artículos, procoxa transversa com trocântim exposto (Fig. 28), fórmula tarsal frequentemente 5-5-5 com o 4 <sup>o</sup> reduzido.....	Nitidulidae
6 <sup>o</sup> . Élitro frequentemente curto e truncado expondo o pigídio e propigídio (Fig. 29), tíbia achatada com espinhos.....	Histeridae
7. Corpo normalmente com forma ovalada, algumas vezes com os lados paralelos, antena curta com uma clava 4-articulada, artículo basal brilhante, os três artículos apicais pubescentes, palpo maxilar longo, frequentemente mais longo que a antena, procoxa cônica, tíbia frequentemente espinhosa, normalmente com 2 grandes esporões, tarso normalmente 5-5-5, abdômen com 5 esternitos visíveis .....	Hydrophilidae
7 <sup>o</sup> . Sem a combinação de caracteres acima .....	8
8. Fórmula tarsal 5-5-4.....	Tenebrionidae
8 <sup>o</sup> . Fórmula tarsal 5-5-5.....	9

9. Cabeça achatada, inserida em larga emarginação do pronoto, antena com 10 ou 11 artículos, normalmente capitada com fraca clava, podendo também ter uma clava com 3 a 5 artículos, abdômen com 5 esternitos visíveis com o sexto normalmente parcialmente visível.....Leiodidae
- 9'. Sem a combinação de caracteres acima .....10
10. Cabeça hipognata (Fig. 30).....11
- 10'. Cabeça não como acima. Antena sub-clavada, clavada ou capitada com 10 ou 11 artículos (Fig. 31), artículos 9 a 11 com densa pubescência; trocântim exposto (Fig. 28); élitro frequentemente com estria longitudinal, cor negra ou castanha, podendo ter máculas alaranjadas ou amareladas, algumas vezes com pronoto tomentoso, parcial ou totalmente amarelado ou avermelhado (Fig. 40).....Silphidae.....*Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840)
11. Metacoxa frequentemente escavada para recepção do metafêmur, cabeça hipognata (Fig. 30), fronte frequentemente com ocelo mediano, antena curta normalmente clavada, geralmente encaixada em depressões na face ventral do protórax, 5 esternitos visíveis .....Dermestidae
- 11'. Corpo coberto por pêlos eretos e alongados; fronte oblíqua e olhos grandes; pronoto afilado em relação ao élitro, frequentemente quase cilíndrico; procoxa normalmente cônica; fórmula tarsal 5-5-5 ou algumas vezes pseudotetrâmero.....Cleridae

#### **Chave de identificação para espécies de Cleridae de importância forense**

1. Cabeça, pronoto e base do élitro vermelho-acastanhado e ápice azul metálico (Fig. 41).....*Necrobia ruficollis* (Fabricius, 1775)
- 1'. Corpo azul metálico (Fig. 42).....*Necrobia rufipes* (De Geer, 1775)

#### **Chave de identificação para espécies de Dermestidae de importância forense**

1. Ápice do élitro serrado com um pequeno espinho terminal (Figs. 43 e 44).....*Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774)
- 1'. Ápice do élitro inteiro, sem projeções ou espinhos ..... 2



2. Face ventral do abdômen sem pêlos formando um padrão; sulco lateral do esternito abdominal I quase paralelo à margem lateral .....*Dermestes peruvianus* Laporte, 1840
- 2'. Face ventral do abdômen com pêlos formando manchas (Fig. 39); sulco lateral do esternito abdominal I não paralelo à margem lateral .....*Dermestes ater* (DeGeer, 1774)

#### **Chave de identificação para gêneros de Histeridae de importância forense**

1. Prosterno com cavidade para recepção da antena .....2
- 1'. Prosterno não como acima..... 3
2. Processo prosternal com uma fôvea pré-apical (Figs. 32 e 45).....*Euspilotus* Lewis
- 2'. Processo prosternal sem uma fôvea pré-apical.....*Saprinus* Erichson
3. Clava antenal com 2 suturas oblíquas, em forma de V (Figs. 33 e 46)  
.....*Omalodes* Erichson
- 3'. Clava antena club não como acima.....4
- 4.Clava antenal com dois anéis transversais (Fig. 34), sutura frontal, se presente, distante da base da antena, com cerca de 6 mm de tamanho (Fig. 47).....  
.....*Hister* Linnaeus
- 4'. Clava antenal com somente um anel transversal subapical de cerdas curtas. Estria frontal alcançando a base da antena, se presente; com cerca de 2mm de tamanho (Fig. 48).....*Phelister* Marseul

#### **Chave de identificação para gêneros de Scarabaeidae de importância forense**

1. Coxa média com borda lateral externa paralela ao eixo do corpo e localizada na lateral do metasterno no limite da borda lateral do corpo.....*Eurysternus* Dalman
- 1'. Sem a combinação de caracteres acima..... 2

2. Ápice elital com carena ou tubérculos distintos entre as inter-estrias (Fig. 49)..... *Deltochilum* Eschscholtz  
 2'. Sem a combinação de caracteres acima .....3
3. Corpo com cerca de 12 mm de comprimento, élitro e pronoto coberto de pêlos. Primeiro tarsômeros da perna posterior mais longo que os outros segmentos unidos (Fig. 50).....*Onthophagus* Latreille  
 3'. Sem a combinação de caracteres acima ..... 4
4. Pigídio achatado, com brilho fosco (Fig. 51).....*Canthon* Hoffmannsegg  
 4'. Sem a combinação de caracteres acima.....5
5. Esternito abdominal fusionado e muito curto (Fig. 52)..... *Ontherus* Erichson  
 5'. Esternito abdominal não como acima .....6
6. Clava antennal com artículos largos e achatados. Margem anterior do clipeo com 3 emarginações, com 2 dentes proeminentes e 2 ângulos laterais arredondados; primeiro tarsômero do tarso médio e posterior alongado, com comprimento maior que a largura (Fig. 53).....*Coprophanaeus* D'Olsoufieff  
 6'. Clava antennal com artículos alongados e afilados. Margem anterior do clipeo sem emarginações, com 2 dentes curtos (Fig. 54)..... *Dichotomius* Hope

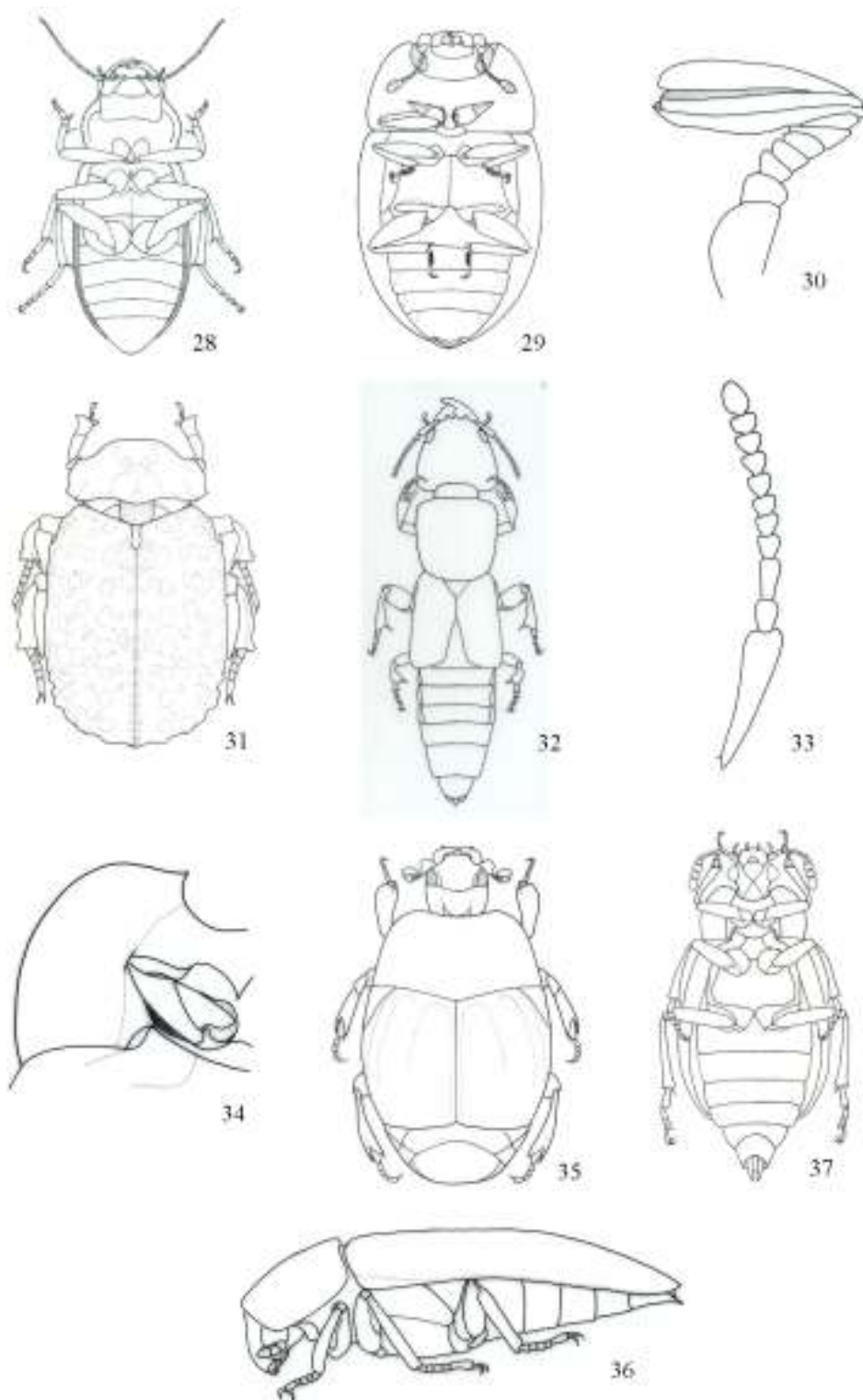
### **Chave para identificação de gêneros de Staphylinidae de importância forense**

1. Antena inserida anteriormente à margem anterior dos olhos .....2  
 1'. Antena inserida entre os olhos (Fig. 35) ..... Aleocharinae  
 a. Palpo maxilar com 5 artículos, apical sendo muito pequeno (pseudosegmento) (Figs. 35 e 55) .....*Aleochara* Gravenhorst  
 a'. Palpo maxilar com 4 artículos, sem pseudoartículo (Fig. 56).....*Ocalea* Erichson
2. Abdômen com 7 esternitos visíveis ..... Oxytelinae  
 a. Escutelo com impressão no formato de diamante; tergito abdominal II com uma estria baso-lateral curvada .....*Oxytelus* Gravenhorst

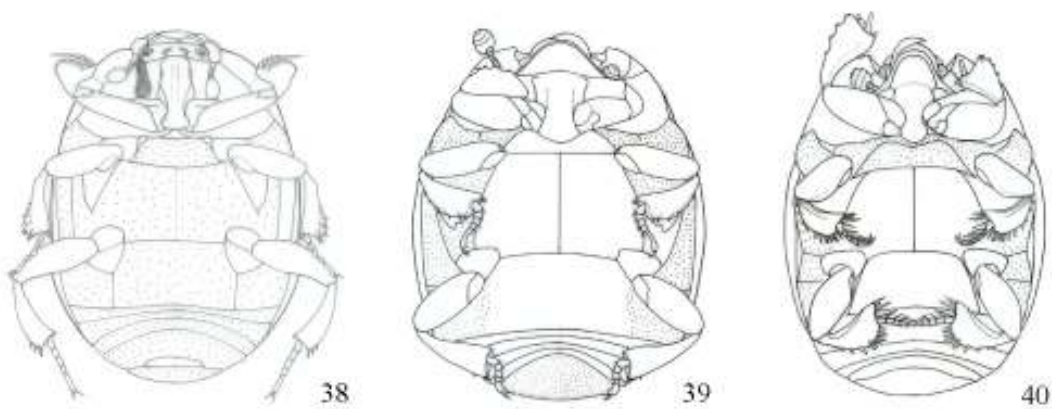
- a'. Escutelo com impressão bi ou tri-lobada; tergito abdominal II sem estria baso-lateral (Fig. 57).....*Anotylus* Thomson
- 2'. Abdômen com 6 esternitos visíveis ..... Staphylininae
- a. Primeiro tergito abdominal visível com uma linha curva impressa  
.....*Xanthopygus* Kraatz
- a'. Sem a combinação de caracteres acima ..... b
- b. Com uma placa esclerotizada na frente do prosterno (Figs. 36 e 58).....*Eulissus* Mannerheim
- b'. Sem uma placa esclerotizada na frente do prosterno .....c
- c. Pronoto com processo pós-coxal translúcido (Fig. 59).....*Platydracus* Thomson
- c'. Sem a combinação de caracteres acima ..... d
- d. Articulo apical do palpo maxilar com o dobro do tamanho do penúltimo segmento (Figs. 37 e 60) .....*Belonuchus* Nördlinger
- d'. Articulo apical do palpo maxilar mais ou menos do mesmo tamanho do penúltimo segmento (Fig. 61) ..... *Philonthus* Stephens

#### **Chave para identificação de gêneros de Trogidae de importância forense**

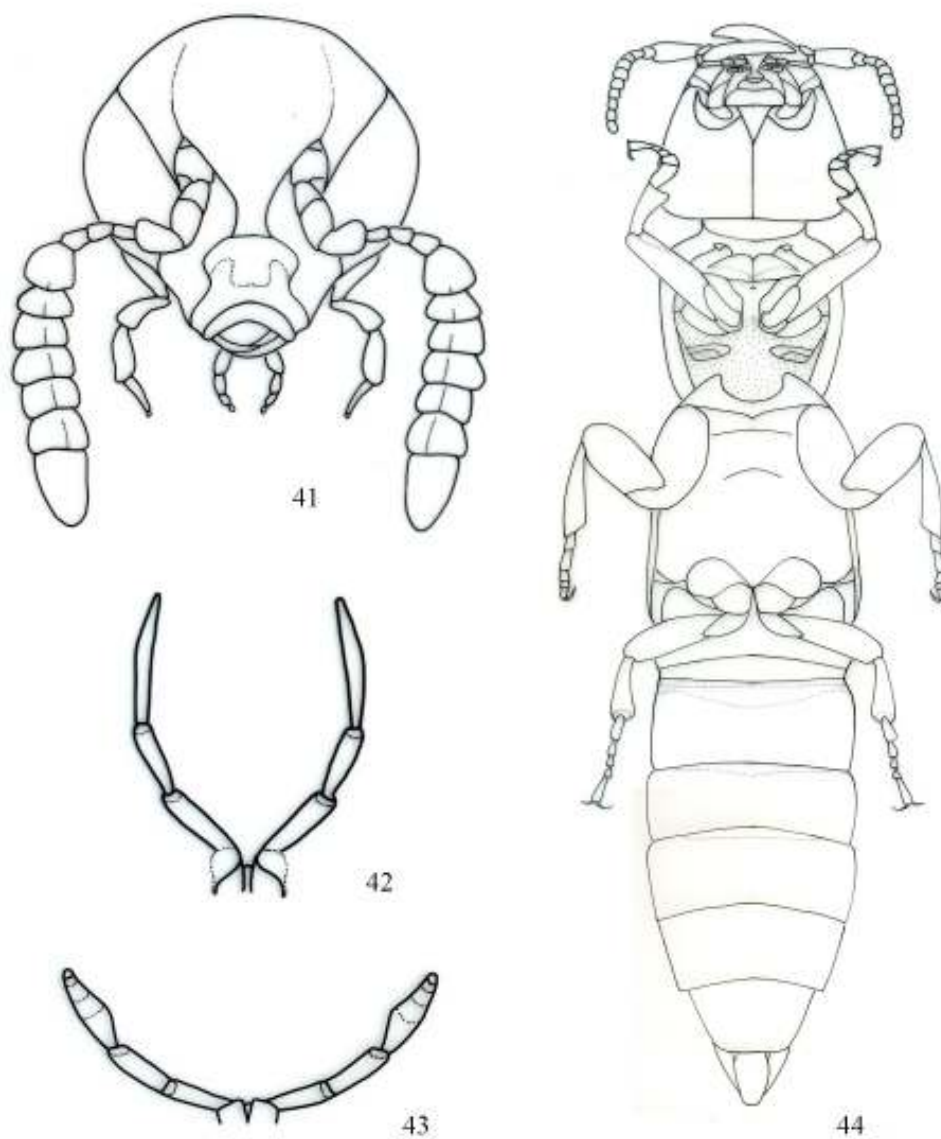
1. Clípeo formando um ângulo de 90° com a fronte (Figs. 62 e 63).....*Polynoncus* Burmeister
- 1'. Clípeo não formando um ângulo de 90° com a fronte (Figs. 64 e 65).....*Omorgus* Erichson



Figuras 28-37. Figuras para auxílio na identificação das famílias de Coleoptera de importância forense. 28, Vista ventral de Adephaga (Coleoptera); 29, Vista ventral de Polyphaga; 30, Antena lamelada de Scarabaeidae; 31, Vista dorsal de *Polynoncus* sp. (Trogidae); 32, Vista dorsal de *Eulissus* sp. (Staphylinidae); 33, Antena fracamente clavada (Staphylinidae); 34, Vista dorsal de *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Silphidae) mostrando trocantim; 35, Vista dorsal de Histeridae; 36, Vista lateral de *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774) (Dermestidae); 37, Vista ventral de *Oxelytrum discicolle* (Brullé, 1840) (Silphidae).



Figuras 38-40. Vista ventral de Histeridae. 38, *Euspilotus* sp.; 39, *Omalodes* sp.; 40, *Hister* sp.



Figuras 41-44. Staphylinidae. 41, Cabeça de *Aleochara* sp. em vista frontal; 42, Vista ventral de *Eulissus* sp.; 43, Palpo maxilar de *Belonuchus* sp.; 44, Palpo maxilar de *Philonthus* sp.

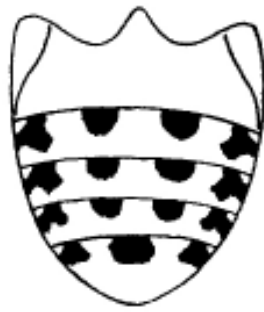


Figura 45. *Dermestes ater* (DeGeer, 1774), (Dermestidae). Abdômen. Modificado de Kingsolver 1991.



Figura 46. Vista dorsal de *Oxelytrum discicollis* (Brullé, 1840) (Silphidae).



Figuras 47-48. Vista dorsal de Cleridae. 47, *Necrobia ruficollis* (Fabricius, 1775); 48, *Necrobia rufipes* (DeGeer, 1775).



Figuras 49-50. *Dermestes maculatus* (DeGeer, 1774) (Dermestidae). 49, Vista dorsal; 50, Ápice do élitro.



Figuras 51-54. Vista dorsal de Histeridae. 51, *Euspilotus* sp.; 52, *Omalodes* sp.; 53, *Hister* sp.; 54, *Phelister* sp.





Figuras 55-60. Vista dorsal de Scarabaeidae. 55, *Deltochilum* sp. ; 56, *Onthophagus buculus* Mannerheim, 1829; 57, *Canthon* sp.; 58, *Ontherus* sp.; 59, *Coprophaneus* sp.; 60, *Dichotomius* sp.



Figuras 61-67. Vista dorsal de Staphylinidae. 61, *Aleochara lata* Gravenhorst, 1802; 62, *Ocalea* sp.; 63, *Anotylus* sp.; 64, *Eulissus* sp.; 65, *Platydacus* sp.; 66, *Belonuchus* sp.; 67, *Philonthus* sp.





Figuras 68-71. Trogidae. 68, Vista frontal da cabeça de *Polynonchus* sp.; 69, Vista dorsal de *Polynonchus* sp.; 70, Vista frontal da cabeça de *Omorgus* sp.; 71, Vista dorsal de *Omorgus* sp.

## 5. Conclusões

- Os principais hábitos encontrados são predador/parasita e onívoro, com poucas espécies consideradas necrófagas;
- A sucessão de Coleoptera foi descrita em tabelas semanais;
- A abundância de Coleoptera apresenta pouca correlação com os fatores abióticos;
- Há diferenças na abundância de Coleoptera conforme as estações do ano;
- As fases de decomposição diferiram quanto a abundância de Coleoptera para *Ocalea* sp.1;

- As espécies mais abundantes apresentam semelhança entre as fases fresca e putrefação, provavelmente por haver a colonização da carcaça;
- A não diferenciação entre as fases de decomposição e a abundância, corrobora a idéia da sucessão ser um processo contínuo, ao menos para *Aleochara lata*, *Oxelytrum discicolle* e *Euspilotus* “grupo” azureus sp.
- Foi possível elaborar uma chave para as famílias e algumas espécies de interesse forense.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBOTT, C. E. 1937. The necrophilous habitat in Coleoptera. **Bulletin of the Brooklyn Entomological Society**. 32: 202-204.
- ARCHER, M. S. 2003. Annual variation in arrival and departure times of carrion insects at carcasses: implications for succession studies in forensic entomology. **Journal of Forensic Sciences**. 51: 569-576.
- ARCHER, M. S. & M. A. ELGAR. 2003. Yearly activity patterns in southern Victoria (Australia) of seasonally active carrion insects. **Forensic Science International**. 132: 173-176.
- BORNEMISSZA, G. F. 1957. An analysis of arthropod succession in corion and the effect of its decomposition on the soil fauna. **Australian Journal of Zoology**. 5:1-12.
- BORROR, D. J. & D. M. DELONG. 1969. Introdução ao estudo dos insetos. São Paulo: Edgar Bücher Ltda.
- BORROR, D. J. & D. M. DELONG. 1971. An introduction to the study of the insects. 3th ed. New York: Holt, Rinehart & Winston Inc.
- BORROR, D. J., C. A. TRIPLEHORN & N. F. JOHNSON. 1992. An introduction to the study of the insects. 6<sup>th</sup> ed. Orlando: Harcourt Brace & Co.

- CAMPOBASSO, C.P., G. VELLA & F. INTRONA. 2001. Factors affecting decomposition and Diptera colonization. **Forensic Science International**. **120** (1-2): 18-27.
- CARVALHO, L. M. L., P. J. THYSSEN, A. X. LINHARES, F. A. B. PALHARES. 2000. A checklist of Arthropods associated with pig carrion and human corpses in southeastern Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. **95**(1): 135-138.
- CARVALHO, L. M. L. & A. X. LINHARES. 2001. Seasonality of insect succession and pig carcass decomposition in a natural forest area in southeastern Brazil. **Journal of Forensic Science** **46**: 604-608.
- CARVALHO, L. M. L., THYSSEN, P. J., GOFF, M. L. & LINHARES, A. X. 2004. Observations on the succession patterns of necrophagous insects on a pig carcass in na urban área of southeastern Brazil. **Aggrawal's Internet Journal of Forensic Medicine and Toxicology**. **5**(1): 33-39.
- CATTS, E. P. & M. L. GOFF. 1992. Forensic entomology in criminal investigations. **Annual Review of Entomology**. **27**:253-272.
- CENTENO, N., M. MALDONADO & A. OLIVA. 2002. Seasonal patterns of arthropods occurring on sheltered and unsheltered pig carcasses in Buenos Aires province (Argentina). **Forensic Science International**. **126**: 63-70.
- CORNABY, B. W. 1974. Carrion reduction by animals in constrasting tropical habitats. **Biotropica**. **6**:51-63.
- GNASPINI, P., R. B. FRANCINI-FILHO & M. R. BURGIERMAN. 2000. Abundance and seasonal activity of beetles (Coleoptera) in an Atlantic Forest Reversation in São Paulo City (Brazil). **Revista Brasileira de Entomologia**. **44**(3/4): 115-127.
- GOFF, M. L., A. I. OMORI & K. GUNATILAKE. 1988. Estimation of *post mortem* interval by arthropod succession: three case studies from the Hawaiian Islans. **American Journal of Forensic Medical Pathology**. **9**:220-225.

- GOFF, M. L. & E. P. CATTS. 1990. Arthropods basic structure and biology. *In*: CATTS, E. P. & N. H. HASKEL. **Entomology & Death: a procedure guide**. South Carolina. Joyce's Print Shop. 200p.
- GOFF, M. L. 1991. Comparison of insect species associated with decomposing remains recovered inside dwellings and outdoors on the island of Oahu, Hawaii. **Journal of Forensic Sciences**. **36**(3): 748-753.
- GREDILHA, R., P. R. SAAVEDRA, L. G. GUERIM, A. F. LIMA, & N. M. SERRA-FREIRE. 2005. Ocorrência de *Oryzaephilus surinamensis* Linnaeus, 1758 (Coleoptera: Cucujidae) e *Necrobia rufipes* DeGeer, 1775 (Coleoptera: Cleridae) infestando rações de animais domésticos. **Entomologia Y Vectores**. **12**(1): 95-103.
- HALFFTER, G. & E. G. MATTHEWS. 1966. The natural history of dung beetles of the subfamily Scarabaeinae. **Folia Entomologica Mexicana**. **12-14**: 1-312.
- HANSKI, I. 1986. Nutritional ecology of dung and carrion feeding insects. *In*: SLANSKY, F. & J. G. RODRIGUEZ (Ed.). 1986. **Nutritional ecology of insects, mites and spiders**. New York: John Wiley.
- IANACONNE, J. 2003. Artropofauna de importancia forense en un cadáver de cerdo en el Callao, Perú. **Revista Brasileira de Zoologia**. **20**(1): 85-90.
- JIMENEZ-SANCHEZ, E., J. L. NAVARRETE-HEREDIA & J. R. PADILLA-RAMIREZ. 2000. Estafilinidos (Coleoptera: Staphylinidae) necrófilos de la sierra de Nanchititla, Estado de Mexico, Mexico. **Folia de Entomologia Mexicana**. **108**: 53-78.
- KEH, B. 1985. Scope and applications of forensic entomology. **Annual of Review Entomology**. **30**: 137-154.

- KINGSOLVER, J.M. 1991. Dermestid Beetles (Dermestidae, Coleoptera). In J.R. Gorham (Ed.) **Insect and Mite Pests in Food**. (Vol. 1). (115-135) Washington, D.C.: U.S.Government Printing Office.
- KLIMASZEWSKI, J. 1984. A revision of the genus Aleochara Gravenhorst of America north of Mexico (Coleoptera: Staphylinidae, Aleocharinae). **Memoirs of the Entomological Society of Canada**. **129**: 1-211.
- KOCÁREK, P. 2003. Decomposition and Coleoptera succession on exposed carrion of small mammal in Opava, the Czech Republic. **European Journal of Soil Biology**. **39**: 31-45.
- KULSHRESTHA, P. & H. CHANDRA. 1987. Time since death - An entomological study on corpses. **American Journal of Forensic Medical Pathology**. **8**(3): 233-238.
- KULSHRESTHA, P. & D. K. SATPATHY. 2001. Use of beetles in forensic entomology. **Forensic Science International**. **120**: 15-17.
- LORD, W. D. & J. R. STEVENSON. 1986. **Directory of forensic entomologists**, 2<sup>nd</sup>. Ed. Def. Pest Mgmt. Info. Anal. Center, Walter Reed Army Medical Center, Washington, D.C. 42p.
- LUEDERWALDT, G. 1911. Os insectos necrophagos paulistas. **Revista do Museu Paulista**. **8**: 414-433.
- LUNA, J. M. 2001. Especies necrófilas de Staphylinidae (Insecta: Coleoptera) del municipio de Tlayacapan, Morelos, Mexico. **Folia Entomologica Mexicana**. **40**(1): 93-131.
- MAACK, R. 1981. Geografia física do Estado do Paraná. Segunda Edição. Rio de Janeiro. Ed. José Olympio. 450p.

- MANN, R. W., W. M. BASS & L. MEADOWS. 1990. Time since death and decomposition of the human body: variables and observations in case and experimental field studies. **Journal of Forensic Sciences**. **35**(1): 103-111.
- MAZUR, S. 2001. Review of the Histeridae (Coleoptera) of México. **Dugesiana**. **8**(2): 17-66.
- MICOZZI, M. S. 1986. Experimental study of *post mortem* change under field conditions: Effects of freezing, thawing, and mechanical injury. **Journal of Forensic Science**. **31**: 953-961.
- MONTEIRO-FILHO, E. L. A. & J. L. PENEREIRO. 1987. Estudo de decomposição e sucessão sobre uma carcaça animal numa área do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**. **47**: 289-295.
- MOURA, M. O., C. J. B. de CARVALHO & E. L. A. MONTEIRO-FILHO. 1997. A preliminary analysis of insects of medico-legal importance in Curitiba, state of Paraná. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. **92**: 269-274.
- MOURA, M. O. 2004. Variação espacial como mecanismo promotor da coexistência em comunidade de insetos necrófagos. **Revista Brasileira de Zoologia**. **21**(3): 409-419.
- MOURA, M. O., E. L. A. MONTEIRO-FILHO & C. J. B de CARVALHO. 2005. Heterotrophic succession in carrion arthropod assemblages. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. **48**(3): 473-482.
- NAVARRETE-HEREDIA, J. L., A. F. NEWTON, M. K. THAYER, J. S. ASHE, & D. S. CHANDLER. 2002. **Guía ilustrada para los gêneros de Staphylinidae (Coleoptera) de México. Illustrated guide to the genera of Staphylinidae (Coleoptera) of México**. Universidad de Guadalajara y CONABIO, México. 401pp.

- OLIVEIRA-COSTA, J. 2003. **Entomologia forense: quando os insetos são vestígios**. Campinas. Ed. Millennium. 257p.
- OLIVEIRA-COSTA, J., C. A. MELLO-PATIU, & S. M. LOPES. 2001. Influência de diferentes fatores na frequência de dípteros muscóides em cadáveres humano no Rio de Janeiro. **Boletim do Museu Nacional, Nova série, Zoologia**. **470**: 1-10.
- PAYNE, J. A. 1965. A summer carrion study of the baby pig *Sus scrofa* Linnaeus. **Ecology**. **46**:592-602.
- PECK, S. B. & R. S. ANDERSON. 1985. Taxonomy, phylogeny and biogeography of the carrion beetles of Latin America (Coleoptera: Silphidae). **Questiones Entomologicae**. **21**: 247-317.
- PUTMANN, R. J. 1978. The role of carrion-frequenting arthropods in the decay process. **Ecological Entomology**. **3**: 133-139.
- RODRIGUEZ, W. C. & W. M. BASS. 1983. Insect activity and its relationship to decay rates of human cadavers in east Tennessee. **Journal of Forensic Sciences**. **28**(2): 423-432.
- SCHROEDER, H., H. KLOTZBACH, L. OESTERHELWEG, P. PÜSCHEL. 2002. Larder beetles (Coleoptera, Dermestidae) as an accelerating factor for decomposition of a human corpse. **Forensic Science International**. **127**: 231-236.
- SHUBECK, P. P. 1983. Habitat preference of carrion beetles in the great swamp national wildlife refuge, New Jersey (Coleoptera: Silphidae, Dermestidae, Nitidulidae, Histeridae, Scarabaeidae). **New York Entomological Society**. **91**(4): 333-341.
- SMITH, K. G. V. 1986. **A manual of forensic entomology**. Ithaca, NY: Cornell University Press.

- SOUZA, A. M. & A. X. LINHARES. 1997. Diptera and Coleoptera of potential forensic importance in southeastern Brazil: relative abundance and seasonality. **Medical and Veterinary Entomology**. **11**: 8-12.
- TABOR, K. L., R. D. FELL & C. C. BREWSTER. 2005. Insect fauna visiting carrion in Southwest Virginia. **Forensic Science International**. **150**: 73-80.
- WHITE, E. B. & E. F. LEGNER. 1966. Notes on the life history of *Aleochara taeniata*, a staphylinid parasite of house fly, *Musca domestica*. **Annals of the Entomological Society of América**. **59**(3): 573-577.
- WOLFF, M., A. URIBE, A. ORTIZ & P. DUQUE. 2001. A preliminary study of forensic entomology in Medellín, Colombia. **Forensic Science International**. **120**: 53-59.